

ESTUDIO DE LA TRIQUINELOSIS EN LA FAUNA SILVESTRE DEL NOROESTE ESPAÑOL

Fdo. María Estrella Rodríguez Rodríguez

PROGRAMA DE DOCTORADO
EN INVESTIGACIÓN BÁSICA Y APLICADA
EN CIENCIAS VETERINARIAS
FACULTAD DE VETERINARIA DE LUGO

SANTIAGO DE COMPOSTELA. LUGO

2015



LUIS EUSEBIO FIDALGO ÁLVAREZ Profesor Titular y **ANA MARÍA LÓPEZ BECEIRO** Profesora Contratada Doctora, pertenecientes al Departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias de la Universidad de Santiago de Compostela

INFORMAN:

Que el trabajo de investigación presentado por la licenciada en Veterinaria D^a. **María Estrella Rodríguez Rodríguez**, titulado ***Estudio de la triquinosis en la fauna silvestre del noroeste español*** se ha realizado bajo nuestra dirección en el Departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias de la Universidad de Santiago de Compostela, y consideramos que cumple todos los requisitos para optar al grado de Doctora.

Por ello, autorizamos la presentación de dicha tesis ya que reúne los requisitos exigidos en el artículo 34 del reglamento de Estudios de Doctorado, y que como directores de la misma, no incurrimos en las causas de abstención establecidas en la Ley 30/92.

En Lugo, a 1 de septiembre de 2015.

Ana María López Beceiro

Luis Eusebio Fidalgo Álvarez





UNIVERSIDAD DE
MURCIA

CARLOS MARTÍNEZ-CARRASCO PLEITE, Profesor Titular del Departamento de Sanidad Animal de la Universidad de Murcia,

INFORMA:

Que el trabajo de investigación presentado por la Licenciada en Veterinaria D^a **María Estrella Rodríguez Rodríguez**, titulado ***Estudio de la triquinosis en la fauna silvestre del noroeste español***, se ha realizado bajo mi dirección en el Departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias de la Universidad de Santiago de Compostela, y considero que cumple todos los requisitos para optar al grado de Doctora.

Por ello, autorizo la presentación de dicha tesis ya que reúne los requisitos exigidos en el artículo 34 del Reglamento de Estudios de Doctorado, y que como director de la misma, no incurso en las causas de abstención establecidas en la Ley 30/92.

En Murcia, a 1 de septiembre de 2015.

Facultad de Veterinaria. Departamento de Sanidad Animal

Campus Universitario de Espinardo. 30100 Murcia
Tel. 868 888 260 - Fax 868 884 147



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la inestimable colaboración desinteresada de muchas personas, entidades e instituciones, a las que queremos agradecer sinceramente su participación y esfuerzo. De entre ellas no queremos perder la ocasión de agradecer su contribución a:

Mis directores de tesis doctoral por su esfuerzo y dedicación para llevar a cabo este estudio ya que sin su apoyo no sería posible llegar a conseguir los objetivos alcanzados.

A la Federación Galega de Caza por la continuada y constante colaboración con nuestro grupo de investigación, lo que nos ha permitido obtener una gran cantidad de información y muestras para desarrollar distintos trabajos sobre especies cinegéticas.

A la Dirección General de Salud Pública de la Consellería de Sanidade (Xunta de Galicia) por autorizar el empleo de las instalaciones y equipamiento del laboratorio del matadero Municipal de O Saviñao (Lugo) para la realización del análisis de la mayor parte de las muestras de fauna silvestre, contribuyendo así al desarrollo de la parte experimental de esta tesis.

A la Dirección General de Conservación de la Naturaleza de la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas (Xunta de Galicia) por autorizar el empleo de los animales muertos para la realización del análisis de la mayor parte de las muestras de fauna silvestre, contribuyendo así al desarrollo de la parte experimental de esta tesis.

A los Centros de Recuperación de Fauna Silvestre de las provincias de Lugo, A Coruña, Pontevedra y Ourense ya que nos han aportado la mayoría de especies no cinegéticas que aparecen en esta tesis doctoral, y muy especialmente a todo el personal por su inestimable ayuda y perseverante colaboración.

Al Laboratorio de Sanidad y Producción Animal de Galicia, por su cooperación en la remisión de las muestras de jabalí para su posterior análisis por nuestro grupo de investigación.

A los TECORES y a los cazadores que han participado durante el periodo de la realización de este trabajo por su inestimable aporte de muestras e información de los jabalíes abatidos.

A los compañeros veterinarios que ejercen su actividad profesional en clínicas y hospitales veterinarios de toda la geografía gallega, por su continua colaboración desinteresada, remitiéndonos muestras y datos a lo largo de estos años, con el reconocimiento a su implicación en la tarea del control sanitario de esta zoonosis en jabalíes, con especial mención a la ayuda prestada por la Clínica Veterinaria Valcán (O Barco de Valdeorras, Ourense).

A los profesores Lucas Rigueira Rey, Luciano Espino López, Natalia Miño Fariña y Eduardo Díaz Alcázar, así como a todo un amplio grupo de sufridos colaboradores (muchos de ellos residentes, doctorandos y algunos alumnos) que a lo largo de estos años siempre han estado dispuestos a echar una mano en el complicado muestreo en los campeonatos de zorros esparcidos por la amplia geografía gallega.

Al profesor Edoardo Pozio del Centro de Referencia Internacional para Triquinosis (Roma, Italia) por su colaboración en la identificación mediante técnica de PCR de las larvas de *Trichinella*.

Al profesor Luis Alberto Ramil Novo del Departamento de Estadística e Investigación Operativa de

la USC por su asesoramiento y el tiempo dedicado al estudio estadístico del presente trabajo de tesis doctoral y, muy especialmente, por el interés mostrado durante las intensas jornadas de trabajo.

A los compañeros y colaboradores necesarios, profesor Eduardo Yus Respaldiza del Departamento Patología Animal de la USC y a la profesora Ana Carbajal Urueña del Departamento de Sanidad Animal de la Universidad de León, en agradecimiento por su asesoramiento en el estudio epidemiológico.

A Miguel Ángel Martínez Pérez, por la ayuda prestada a la hora de plasmar la distribución del muestreo y los casos positivos en los mapas en ARCGIS, agradeciendo todas las horas dedicadas, su disponibilidad e interés.

Al biólogo e investigador Rafael Romero Suances por su contribución continuada aportarnos los ejemplares de visones americanos capturados en las Islas Cíes (pertenecientes Parque Natural das Illas Atlánticas).

A María Teresa Fernández Fernández, técnica superior del Laboratorio de Salud Pública de Galicia por estar siempre dispuesta a colaborar en este estudio.



RESUMEN

La triquinelosis en España se considera una zoonosis endémica cuyo ciclo doméstico está aparentemente controlado, pero todos los años aparecen brotes en humana relacionados con el consumo de carne de cerdo y jabalí sin control sanitario. En este sentido, la fauna silvestre actúa de reservorio de *Trichinella* spp., especialmente el jabalí y los carnívoros.

Para conocer la situación epidemiológica actual de *Trichinella* spp. en la fauna silvestre de Galicia, hemos realizado el estudio más amplio y completo que hasta ahora se ha llevado a cabo en el noroeste español. Con el fin de detectar larvas de *Trichinella* spp., mediante la técnica de digestión artificial se han analizado 7974 muestras de musculatura esquelética de cinco especies silvestres autóctonas (jabalí, zorro, lobo, tejón y nutria) y dos especies alóctonas (visón americano y mapache) presentes en Galicia durante el período comprendido entre 2006 y 2015. Se han calculado previamente las poblaciones estimadas de jabalí, zorro y lobo a lo largo de los últimos 8 años, para comprobar que el muestreo llevado a cabo es suficiente y representativo para detectar portadores de *Trichinella* spp. y porque, desde el punto de vista epidemiológico, tanto la abundancia como la evolución de la población son importantes para el mantenimiento de este agente parasitario en el medio ambiente.

La prevalencia más alta se observó en el lobo (3%; 3/100), seguido del zorro (0,753%; 9/1196) y jabalí (0,047%; 3/6451), con resultado negativo para las restantes especies (29 tejones, 13 nutrias, 153 visones americanos y 32 mapaches). Solo en el zorro se encontraron diferencias significativas en cuanto a la prevalencia según el grupo de edad, que fue mayor en los gerontes. Predominó claramente *Trichinella britovi*, tanto en cantidad de animales infectados como de hospedadores, mientras que *Trichinella spiralis* solo se aisló en dos lobos (uno con infección mixta).

Consideramos al zorro como la especie centinela más adecuada para investigar la distribución de *Trichinella* spp. en el medio natural de Galicia, por su comportamiento trófico, amplia distribución geográfica, abundante densidad de población y su amplio aprovechamiento cinegético, lo que facilita la obtención de un elevado número de muestras.

Palabras clave: *Trichinella*, jabalí, zorro, lobo, Galicia.

RESUMO

A triquinelose en España considerase unha zoonose endémica cuxo ciclo doméstico está controlado, pero todos os anos aparecen brotes en humana relacionados co consumo de carne de porco e xabaril sen control sanitario. A fauna silvestre actúa de reservorio de *Trichinella* especialmente o xabaril e os carnívoros.

Para reflectir a situación real da triquinelose na fauna silvestre en Galicia realizamos o estudio máis amplo e completo do noroeste español. Mediante a técnica de dixestión artificial analizáronse 7.974 mostras dos músculos de elección e datos correspondentes a 7 especies silvestres autóctonas (xabaril, raposo, lobo, teixugo e lontra) e alóctonas (visón americano e mapache) presentes en Galicia durante o período comprendido entre 2006 e 2015. Relacionándoo coas poboacións estimadas de xabaril, raposo e lobo ao longo dos últimos 8 anos para comprobar que a mostraxe levada a cabo é suficiente e representativa para detectar a enfermidade e porque, dende o punto de vista epidemiolóxico, tanto a abundancia como a evolución da poboación son importantes para o mantemento da enfermidade.

A prevalencia máis alta observouse no lobo (3,125%), seguido do raposo (0,753%) e xabaril (0,047%), con resultado negativo para as restantes especies. Só no raposo se atoparon diferenzas significativas en canto á prevalencia segundo o grupo de idade (maior en xerontes). Predominou claramente *Trichinella britovi*, tanto en cantidade de animais infectados como de hospedadores, mentres que *Trichinella spiralis* só se illou en 2 lobos (un con infección mixta).

Consideramos ao raposo como a especie sentinela máis axeitada para estudar a distribución de *Trichinella* no medio natural en Galicia, polo seu comportamento trófico, ampla distribución xeográfica, abundante densidade de poboación e o seu amplo aproveitamento cinxético (obtención dun elevado número de mostras).

Palabras chave: *Trichinella*, xabaril, raposo, lobo, Galicia.

SUMMARY

Trichinellosis is regarded an endemic zoonosis in Spain whose domestic cycle is apparently controlled, but every year human outbreaks occur due to consumption of pork and wild boar meat without sanitary control. In this sense, wildlife species act as reservoirs of *Trichinella* spp., especially wild boar and carnivores.

The aim of the present study was to know the current epidemiological situation of *Trichinella* spp. in wildlife of Galicia. For this purpose, we have carried out the largest and most comprehensive study to date in the northwest of Spain. A total of 7974 samples of esquelitic muscles were analyzed by artificial digestion technique, corresponding to five autochthonous carnivore species (wild boar, fox, wolf, badger and otter) and two allochthonous ones (American mink and raccoon) present in Galicia during the period 2006-2015. Previously, we estimated the population size of wild boar, fox and wolf over the last 8 years in order to ensure that the sampling conducted was representative enough to detect the presence of *Trichinella* spp. In fact, from an epidemiological point of view, both abundance and population trends are important for the persistence of this parasite in the wild.

The highest prevalence was detected in wolf (3%; 3/100), followed by fox (0.753%; 9/1196) and wild boar (0.047%; 3/6451), with negative results in the remaining species (29 badgers, 13 otters, 153 American minks y 32 racoons). Significant differences were found in prevalence rates between age groups, but only in fox, with the higher prevalence of *Trichinella* larvae in the older foxes. Moreover, *Trichinella britovi* was the predominant species, in terms of both number of parasitized animals and host species, while *Trichinella spiralis* was only isolated from two wolves (one of them with a mixed infection).

We consider that the fox is the most appropriate sentinel species to investigate the distribution of *Trichinella* in the wildlife of Galicia, due to its feeding behaviour, wide geographical distribution, high population density and its importance as game species, which provides a large number of samples.

Keywords: *Trichinella*, wild boar, fox, wolf, Galicia

ABREVIATURAS

Además de las abreviaturas de todos conocidas de las unidades del Sistema Métrico Decimal hemos empleado:

AESAN.	Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición.
CNE.	Centro Nacional de Epidemiología.
CRFS.	Centro de Recuperación de Fauna Silvestre.
DOG.	Diario Oficial de Galicia.
ECDC	European Centre for Disease Prevención and Control (Centro Europeo de Prevención y Control de Enfermedades).
EFSA.	European Food Safety Authority (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria).
EM.	Estados Miembros (de la Unión Europea).
FGC.	Federación Galega de Caza.
GIS.	Geographical Information System. (Sistema de información geográfica).
ICT.	International Comission of Trichinellosis (Comisión Internacional de Triquinelosis).
ITRC.	The International <i>Trichinella</i> Reference Centre (Centro Internacional de Referencia para <i>Trichinella</i>).
LM.	Larva enquistada en tejido muscular.
LRP.	Larva recién puestas (de <i>Trichinella</i>).
LASAPAGA.	Laboratorio de Sanidad y Producción Pecuaria de Galicia.
LPG.	Larvas por gramo de tejido muscular.
MAGRAMA.	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
OIE.	World Organization for Animal Health (Organización Mundial de Sanidad Animal).
OMS.	Organización Mundial de la Salud.
TECOR.	Terreno cinegéticamente ordenado. Son extensiones de terreno en las que se puede cazar, pero en las que se debe también garantizar la protección de ciertas especies y el aprovechamiento razonable del mismo.
UE.	Unión Europea.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	19
2. OBJETIVOS.....	27
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	31
3.1. ASPECTOS DE LA <i>Trichinella</i> spp. COMO CAUSA DE ZOONOSIS	31
3.1.1. SITUACIÓN MUNDIAL DE LA TRIQUINELOSIS	31
3.1.2. SITUACIÓN DE LA TRIQUINELOSIS EN LA UNIÓN EUROPEA	33
3.1.2.1. Europa del Este.....	35
3.1.2.2. Europa del Norte y Central.....	37
3.1.2.3. Europa del Sur	38
3.1.3. SITUACIÓN DE LA TRIQUINELOSIS EN ESPAÑA	38
3.1.4. NORMATIVA APLICABLE EN CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA TRIQUINELOSIS... ..	42
3.2. DESCRIPCIÓN DE <i>Trichinella</i> spp.....	45
3.2.1. TAXONOMÍA DE <i>Trichinella</i> spp.	45
3.2.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HOSPEDADORES.....	46
3.2.3. MORFOLOGÍA.....	47
3.2.4. CICLO BIOLÓGICO	48
3.2.5. EPIDEMIOLOGÍA	52
3.2.6. PATOGENIA Y SIGNOS DE LA TRIQUINELOSIS	56
3.2.7. DIAGNÓSTICO	58
3.2.8. TRATAMIENTO Y PROFILAXIS	61
3.3. DISTRIBUCIÓN DE <i>Trichinella</i> spp. EN LA FAUNA SILVESTRE	61
3.3.1. SITUACIÓN EN EUROPA	61
3.3.1.1. Europa del Este.....	63
3.3.1.2. Europa del Norte y Central.....	65
3.3.1.3. Europa del Sur	66
3.3.2. SITUACIÓN EN ESPAÑA.....	67
3.4. ASPECTOS ECOLÓGICOS ASOCIADOS A LA PARASITACIÓN	70
3.4.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL NOROESTE PENINSULAR . 70	
3.5. ESPECIES HOSPEDADORES IMPLICADAS EN EL CICLO SELVÁTICO DE <i>Trichinella</i> spp. EN EL NOROESTE PENINSULAR.....	82
3.5.1. INTERACCIÓN ENTRE HOSPEDADORES: RELACIONES PRESA-PREDADOR	82
3.5.2. EL JABALÍ COMO HOSPEDADOR DE <i>Trichinella</i> spp.	83
3.5.3. LOS CÁNIDOS SILVESTRES COMO HOSPEDADORES DE <i>Trichinella</i> spp.	85
3.5.3.1. El zorro	86
3.5.3.2. El lobo	87

3.5.4. LOS MESOMAMÍFEROS COMO HOSPEDADORES DE <i>Trichinella</i> spp.	89
3.5.4.1. El tejón	89
3.5.4.2. La nutria	90
3.5.4.3. El visón americano	91
3.5.4.4. El mapache	91
3.5.5. INTERACCIONES INTRA E INTERESPECÍFICA	92

4. MATERIAL Y MÉTODOS 97

4.1. ANIMALES EXAMINADOS Y ÁREA DE ESTUDIO	97
4.2. PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS	97
4.3. TOMA DE DATOS Y REMISIÓN DE LAS MUESTRAS AL LABORATORIO	101
4.4. PROCESADO DE LAS MUESTRAS	102
4.4.1. DIGESTIÓN ARTIFICIAL.....	102
4.4.2. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS.	105
4.4.3. IDENTIFICACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LAS LARVAS	105
4.4.4. DETERMINACIÓN DE LA CARGA PARASITARIA	106
4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ELABORACIÓN DE MAPAS. ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO ...	106

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN111

5.1. JABALÍ.....	113
5.1.1. POBLACIÓN ESTIMADA, TAMAÑO MUESTREO Y ORIGEN DE LOS ANIMALES..	113
5.1.2. MÚSCULOS MUESTREADOS Y PESO DE LA MUESTRA.....	120
5.1.3. SEXO Y GRUPO DE EDAD DE LOS JABALÍES MUESTREADOS	122
5.1.4. PREVALENCIA, ESPECIES DE <i>Trichinella</i> AISLADAS Y CARGA PARASITARIA.....	123
5.1.5. FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR A LA PREVALENCIA	125
5.2. ZORRO	127
5.2.1. POBLACIÓN ESTIMADA EN GALICIA, TAMAÑO DEL MUESTREO Y ORIGEN DE LOS ANIMALES	127
5.2.2. MÚSCULOS MUESTREADOS Y PESO DE LA MUESTRA.....	133
5.2.3. SEXO Y GRUPO DE EDAD DE LOS ZORROS MUESTREADOS	135
5.2.4. PREVALENCIA, ESPECIES DE <i>Trichinella</i> AISLADAS Y CARGA PARASITARIA.....	137
5.2.5. FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR A LA PREVALENCIA	140
5.3. LOBO.....	142
5.3.1. POBLACIÓN ESTIMADA, TAMAÑO MUESTREO Y ORIGEN DE LOS ANIMALES.	142
5.3.2. MÚSCULOS MUESTREADOS Y PESO DE LA MUESTRA.....	147
5.3.3. SEXO Y EDAD DE LOS LOBOS MUESTREADOS	148
5.3.4. PREVALENCIA, ESPECIES DE <i>Trichinella</i> spp. AISLADAS Y CARGA PARASITARIA.	149
5.3.5. FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR A LA PREVALENCIA	153

5.4. MUSTÉLIDOS Y PROCIÓNIDOS.....	153
5.4.1. MÚSCULOS MUESTREADOS Y PESO DE LA MUESTRA.....	155
5.4.2. SEXO Y GRUPO DE EDAD DE LOS MUSTÉLIDOS Y PROCIÓNIDOS MUESTREADOS	156
5.4.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL MUESTREO.....	157
5.4.4. TEJÓN.....	159
5.4.5. NUTRIA.....	160
5.4.6. VISÓN AMERICANO.....	161
5.4.7. MAPACHE.....	163
5.5. APROXIMACIÓN A LA SITUACIÓN DE LA TRIQUINELOSIS EN GALICIA.....	165
6. CONCLUSIONES	173
7. BIBLIOGRAFÍA	177
8. ANEXOS.....	215
8.1. ÍNDICE DE FIGURAS	215
8.2. ÍNDICE DE TABLAS	217





INTRODUCCIÓN





1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La triquinelosis es una zoonosis causada por la ingestión de larvas infectantes del nematodo *Trichinella* spp presentes en el tejido muscular de animales tanto domésticos como silvestres.

El descubrimiento de *Trichinella spiralis* en Europa tuvo lugar casi al mismo tiempo en humanos y animales. El médico inglés James Paget la observó por primera vez en el hombre en el año 1835 y Joseph Leidy la descubrió en 1846 en músculo de cerdo. En 1860, el médico alemán Friedrich Albert von Zenker demostró que el consumo de carne infectada con larvas de *Trichinella spiralis* era el origen de la infección humana, descubrimiento que fue confirmado, posteriormente por otros científicos. Debido a estos descubrimientos en Alemania, donde la triquinelosis era frecuente en la segunda mitad del siglo XIX, se hizo obligatorio el análisis triquinoscópico de la carne de cerdo para reducir su transmisión al hombre.

En España tuvieron especial relevancia los brotes de triquinelosis en 1876 en Villar del Arzobispo (Valencia) que provocó 30 personas enfermas y 5 fallecidas, el de Lora de Estepa (Sevilla), ocurrido en 1878 y que ocasionó tres muertes, así como el brote de Málaga (1883), con más de 30 afectados. Estos brotes motivaron el dictado de la Real Orden de 18 de julio de 1878, que obligaba a someter a inspección triquinoscópica todos los cerdos sacrificados para el abastecimiento público además de la Real Orden de 9 de octubre de 1883, que prohibía el sacrificio de cerdos en los mataderos que no dispusiesen de microscopio. Los ayuntamientos debían poner a disposición del veterinario los medios necesarios para realizar el análisis microscópico de las canales, lo que favoreció que, a finales del siglo XIX, todos los ayuntamientos dispusieran de la figura de un inspector de carnes.

El método de análisis triquinoscópico todavía se sigue empleando hoy, después de más de un siglo, con pocas variaciones; consiste en la visualización de larvas de *Trichinella* spp. en pequeñas muestras de músculos de elección comprimidos entre placas de vidrio y observadas en microscopio de 40-80 aumentos. Sin embargo, la normativa aplicable en la actualidad es el Reglamento (CE) 2075/2005 que establece las normas específicas para los controles oficiales de la presencia de *Trichinella* en la carne de especies sensibles destinadas a consumo humano, e indica como método de detección de referencia la digestión artificial de muestras colectivas de musculatura esquelética. Esta técnica es mucho más sensible y segura que la anterior, por lo que se emplea de forma sistemática en nuestros mataderos. Básicamente consiste en el desenquistamiento de las larvas de las muestras de músculo mediante una digestión artificial (para lo que se utiliza pepsina y ácido clorhídrico) y visualizarlas en el líquido obtenido por sedimentación.

Con respecto al agente causal, hasta el año 1972 se consideró que *Trichinella spiralis* era la única especie del género, pero actualmente se reconocen en el mundo nueve especies diferentes y tres genotipos adicionales cuya situación taxonómica permanece en proceso de revisión (Pozio y Zarlenga, 2013). En Europa se han descrito 4 especies: *T. spiralis*, *T. britovi*, *T. pseudospiralis* y *T. nativa*, de las que las tres primeras están presentes en España. La mayoría de los genotipos de *Trichinella* son comunes en la fauna silvestre excepto *T. spiralis* que se adapta mejor a suidos domésticos.

El ciclo silvestre o selvático de *Trichinella* spp. está representado por más de 150 especies de mamíferos carnívoros y omnívoros de todo el mundo, ya que el parásito es capaz de parasitar de forma natural a un rango amplio de especies hospedadoras, principalmente mamíferos salvajes (jabalí, zorro, lobo, tejón, marta, nutria, garduña, gato montés, visón, oso, lince, rata, perro mapache, entre otros muchos), animales domésticos (cerdo, caballo, perros, gato, rata, etc.) y, en menor medida, aves.

En Europa, la fauna silvestre constituye el mayor reservorio de este nematodo zoonótico,

manteniéndose el ciclo del parásito entre los carnívoros y omnívoros debido a sus hábitos alimenticios predadores y carroñeros. La transmisión de *Trichinella* spp. se ve favorecida porque las larvas son capaces de sobrevivir durante bastantes días en los cadáveres. Dependiendo de la zona geográfica y abundancia de su población, en la Península Ibérica el zorro y el jabalí se consideran los principales reservorios del parásito. No obstante, es importante destacar que existen otros grandes carnívoros longevos situados en lo alto de la pirámide trófica (como el lobo) que posiblemente jueguen un papel epidemiológico relevante, porque pueden llegar a acumular un número significativo de larvas enquistadas, de manera que sus cadáveres son potencialmente una fuente de infección de gran número de larvas para otros carroñeros facultativos, como es el caso del zorro, del jabalí y de los mustélidos.

El ciclo doméstico o sinantrópico describe el modelo de transmisión que tiene lugar en el ganado porcino y cómo los animales sinántropicos (especialmente ratas, pero también gatos, perros e incluso zorros y mustélidos) son la fuente de transmisión de genotipos de *Trichinella* de la vida silvestre a animales domésticos (como el cerdo) y viceversa, contribuyendo a la circulación de *T. spiralis* (especie doméstica) en el ciclo silvestre (Pozio, 2000). La infección en los cerdos se mantiene por la alimentación de estos con carne de cerdo o jabalí cruda o poco cocinada, restos de cocina sin tratar, por el consumo de cadáveres de otros cerdos parasitados que no hayan sido retirados a tiempo de la granja, por las mordeduras de orejas y rabos, o a través del consumo de cadáveres de ratas, perros, gatos, mustélidos que viven en los alrededores y que tienen acceso a las granjas debido a la falta de condiciones sanitarias y de bioseguridad (Pozio, 2001a; Bruschi y Murrell, 2002; Acha y Szyfres, 2003; Gottstein *et al.*, 2009). En explotaciones de cerdos intensivas donde existe un buen control sanitario es rara la presencia de esta parasitosis (Pozio, 2014); sin embargo, el riesgo de transmisión de patógenos de animales silvestres a los cerdos domésticos al aire libre, como es el caso de la montanera en nuestro país, es cada vez más preocupante en muchos países europeos (Wu *et al.*, 2011). No debemos olvidar que, en el ciclo sinantrópico, los caballos también se pueden infectar al ser engordados con carne de cerdo o cadáveres de animales de peletería parasitados y han sido la causa de importantes brotes en Francia e Italia, donde se acostumbra a comer la carne de caballo cruda o muy poco hecha.

El comportamiento humano influye también en los patrones epidemiológico de transmisión de *Trichinella* spp. entre el ciclo doméstico y silvestre, debido a una mala gestión de los residuos (cadáveres) de explotaciones, la falta de medidas de bioseguridad (contacto del ganado con animales silvestres y sinantrópicos como ratas) y a los malos hábitos de caza (dejar los cadáveres o las vísceras de los animales abatidos en el campo).

La triquinelosis humana ha sido documentada en 55 (27,8%) países de todo el mundo (Pozio, 2007). Los principales factores que favorecen las infecciones humanas son la distribución global de *Trichinella* spp. y los diferentes hábitos alimentarios. El hombre puede adquirir la triquinelosis por el consumo de carne de caza sin control sanitario previo, aunque el mayor riesgo sucede en el ciclo doméstico en el que interviene el cerdo, cuyo consumo es la causa más importante de triquinelosis humana a nivel mundial (Gottstein *et al.*, 2009; Murrell y Pozio, 2011; Mayer-Scholl *et al.*, 2011).

A pesar de los continuos controles sanitarios acometidos por las administraciones públicas y aunque se trata de una enfermedad de declaración obligatoria, la triquinelosis es una de las zoonosis por helmintos más extendida y continúa siendo endémica en la mayoría de los países de la Unión Europea. La mayor parte de los casos confirmados en humanos que se notifican anualmente a la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria corresponden a países del Este de Europa y, en menor medida, de la cuenca mediterránea como sucede en Italia (Romano *et al.*, 2011), España (Martín *et al.*, 2007) y Grecia (Papatsiros *et al.*, 2012; Boutsini *et al.*, 2014).

En España, aunque la normativa actual obliga al control de *Trichinella* en la carne destinada al

consumo humano, se siguen notificando casos todos los años. Los brotes suelen estar asociados, como ya hemos comentado, al consumo de carne de jabalí o cerdo procedente de cacerías o matanzas domiciliarias sin control. Las especies circulantes, *T. spiralis* y *T. britovi*, se encuentran ampliamente distribuidas, coexistiendo los dos ciclos, el doméstico y el selvático, e incluso en algún caso con infección mixta (Rodríguez *et al.*, 2008). Por otra parte, recientemente se ha aislado *T. pseudospiralis* en un jabalí en la provincia de Gerona, lo que debe ser considerado como un motivo más de preocupación para las autoridades sanitarias, puesto que se trata de una especie de *Trichinella* que no forma quistes en la musculatura y que, por tanto, es difícil de detectar mediante técnicas triquinoscópicas tradicionales de compresión (Zamora *et al.*, 2015).

Cabe destacar que las prevalencias anuales en el ganado porcino son bajas (entre 0,05 casos por millón en 2010 y 2,82 en 2012). Entre 2009 y 2012 se han detectado en matadero un total de 184 casos de triquinosis en cerdos procedentes de Castilla y León, Andalucía y Extremadura. Todos los casos detectados en matadero estaban relacionados con cerdos de producción extensiva. En cuanto a las matanzas domiciliarias, en este mismo periodo se detectaron 7 casos, en concreto cinco en Extremadura, uno en Andalucía y otro en Castilla y León (Centro Nacional de Epidemiología, 2012).

Para conocer el riesgo sanitario asociado a *Trichinella* spp. en una región, la situación epidemiológica de las especies silvestres se considera un buen indicador, por lo que se han incrementado los programas de vigilancia sanitaria de la fauna silvestre (Blaga, Durand *et al.*, 2009). Además, existe la obligación de notificar los resultados de estos programas de vigilancia mediante un informe anual elaborado con arreglo a la Directiva 2003/99/CE que fue traspuesta a nuestro sistema jurídico por el Real Decreto 1940/2004, de 27 de septiembre, sobre la vigilancia de las zoonosis y los agentes zoonóticos.

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, con objetivo de conocer el estado sanitario de la fauna silvestre respecto de agentes infectocontagiosos que se consideran importantes tanto para el ser humano como para los animales domésticos, implementó en 2011 el Programa Nacional de Fauna Silvestre en el que se incluyó el estudio de la presencia de *Trichinella* en el jabalí. En este sentido, las prevalencias en jabalí mantienen en España a lo largo de los años un patrón estable con una prevalencia media de 0,20%, no habiéndose detectado casos en la zona Norte, Levante ni en las islas Baleares y Canarias.

El jabalí es una de las especies silvestres más abundantes en el territorio gallego, y el autor de numerosos daños en la agricultura y accidentes de tráfico. El abandono del campo y un monte en permanente expansión formando un mosaico con terrenos agrícolas que le proporciona refugio y comida, así como la protección a la que está sometido por tratarse de una especie autóctona, hacen que el jabalí prolifere y se haya expandido prácticamente por todo el territorio gallego. A este incremento poblacional contribuye la extraordinaria tasa reproductora del animal y la escasez de depredadores naturales (Herrero, 2003). Según los datos de la Federación Galega de Caza y de la Xunta de Galicia, en las últimas temporadas de caza (2014-2015) fueron abatidos un total de 12.115 jabalíes.

La implicación del jabalí y otras especies silvestres de nuestra fauna autóctona en la transmisión de agentes infectocontagiosos, tanto a las personas como al ganado, es conocida desde la antigüedad, y viene motivada -entre otras razones- por las diferentes actividades relacionadas con su aprovechamiento cinegético, destacando por su importancia el consumo de su carne.

A pesar de que el jabalí es uno de los principales reservorios de *Trichinella* spp. en todo el mundo (Pozio, 2005), otras especies silvestres también pueden desempeñar un papel importante en el ciclo epidemiológico de esta parasitosis debido a sus hábitos alimenticios (predación, consumo de carroñas y canibalismo). Está es la razón por la cual los carnívoros y omnívoros silvestres pueden actuar como

buenos indicadores sanitarios de las enfermedades presentes en el medio ambiente, tanto por su amplia distribución como por su posición en la parte superior de la cadena trófica.

El zorro es, posiblemente, la especie más relevante desde el punto de vista epidemiológico, por tratarse de un cánido ampliamente distribuido, que cuenta con una población abundante en contacto cercano con el hombre y los animales domésticos y, además por tener una dieta generalista, en la que se incluyen roedores, carroña y restos orgánicos de vertederos. De hecho es uno de los principales reservorios de *Trichinella* spp. en la Naturaleza y por lo tanto es un buen indicador de su presencia del parásito en el medio natural (Pozio *et al.*, 1996; Balicka-Ramisz *et al.*, 2007). Teniendo en cuenta que Galicia es una de las zonas con mayor densidad de zorro de la Península Ibérica (Fidalgo *et al.*, 2009) y que es una especie sometida a una actividad cinegética bien organizada, es evidente que se trata de un hospedador que presenta un gran valor para investigar la situación epidemiológica del ciclo de *Trichinella* spp. en zonas rurales, agroforestales y periurbanas del noroeste de la Península Ibérica. Algo parecido ocurre en otras regiones de Europa, donde se han realizado múltiples trabajos de investigación experimental y de campo sobre distintos aspectos de la epidemiología de la triquinosis en esta especie, abarcando desde la prevalencia hasta las especies de *Trichinella* implicadas y los factores epidemiológicos que más pueden influir en su presencia. En España se han realizado trabajos en varias regiones, como Extremadura, Cataluña, Guadalajara, Montes de Toledo y norte peninsular.

En Europa, además, se ha demostrado que el lobo es la especie silvestre que presenta las mayores prevalencias de *Trichinella* spp. en zonas endémicas, lo que sugiere que este carnívoro puede ser una buena especie indicadora de la circulación selvática del parásito. No obstante, al tratarse de una especie protegida, sometida a una actividad cinegética mucho más restringida que el zorro, hace que sea complicado obtener un tamaño muestral significativo para incluir al lobo en la mayoría de los estudios epidemiológicos (Bagrade *et al.*, 2009; Beck, R., Beck, A., KusaK *et al.*, 2009; Larter *et al.*, 2011; Zivojinovic *et al.*, 2013; Teodorovic *et al.*, 2014). En España se han realizado algunos estudios en la helmintofauna del lobo en la mitad septentrional de la Península Ibérica que han puesto en evidencia la presencia de *Trichinella* en Galicia, Asturias y Castilla y León (Torres *et al.*, 2000). La especie aislada en el noroeste peninsular suele ser *T. britovi* (Segovia *et al.*, 2001). A pesar de que oficialmente en nuestro país, *T. britovi* se aisló por primera vez en un lobo de Galicia en 1976, se han realizado muy pocas investigaciones epidemiológicas en esta especie de la Península Ibérica, motivado, entre otras causas, por la escasez de ejemplares disponibles para su estudio o la ausencia de población en gran parte del territorio.

Los mústelidos (tejón, marta, nutria, visón europeo, turón, garduña o armiño, entre otros), vivérridos (jineta) y los roedores actúan como hospedadores que intervienen en el mantenimiento y dispersión de *Trichinella* spp. y, por ello, también deben ser considerados como especies participantes en la epidemiología del parásito, tanto en el ciclo doméstico como en el silvestre, de hecho, presentan prevalencias mucho mayores que las descritas en el ganado porcino o en jabalíes, por lo que también pueden ser de utilidad como centinelas de esta parasitosis. En este sentido, diversos estudios ponen de manifiesto la presencia en Europa del parásito en distintos mesocarnívoros, tanto autóctonos como alóctonos, entre ellos el tejón, la nutria y el visón americano con valores muy variables de prevalencia. Por ejemplo en Polonia se ha registrado la presencia de *Trichinella* en marta y en tejón en una zona geográfica de positividad en zorro y jabalí (Moskwa *et al.*, 2012), en Finlandia se ve afectado el tejón (Oivanen *et al.*, 2002), y en el norte de Eslovaquia se ha aislado *Trichinella* en martas y turones (Hurniková y Dubinský, 2009). En trabajos realizados en España sobre la helmintofauna en el tejón se evidencia la presencia de *Trichinella* spp. en el área mediterránea (Miquel *et al.*, 1993; Torres *et al.*, 2001), en tanto que en un estudio realizado en el norte de España los resultados han sido negativos hasta el presente (Millán *et al.*, 2004).

Para plantear un estudio completo de la situación epidemiológica de agentes infectocontagiosos zoonóticos, y en concreto *Trichinella* spp., es necesario identificar las especies de este nematodo que están implicadas en los brotes humanos, así como conocer la circulación de dichas especies en el medio ambiente, considerando el ciclo doméstico, el selvático y la interacción entre ambos. Ello permitirá conocer, con la mayor precisión posible, cuál es la implicación de los principales hospedadores del parásito en la epidemiología de la triquinosis, sobre todo en zonas sinantrópicas donde la interfaz entre animales domésticos y silvestres es frecuente.

Por todos los argumentos antes expuestos, con el presente trabajo de tesis doctoral, realizado gracias a la colaboración de cazadores, centros de recuperación de fauna silvestre, Administración y veterinarios clínicos, pretendemos obtener una visión general y lo más completa posible de la situación de la triquinosis en Galicia, estudiando el papel epidemiológico que desempeña la fauna silvestre en dicha región. Esta información servirá para que se puedan adoptar, con mayor eficiencia, las medidas de prevención y control más indicadas para la gestión sanitaria frente a *Trichinella* spp., tanto en el ámbito agroganadero como en los espacios naturales del noreste de la Península Ibérica.





OBJETIVOS

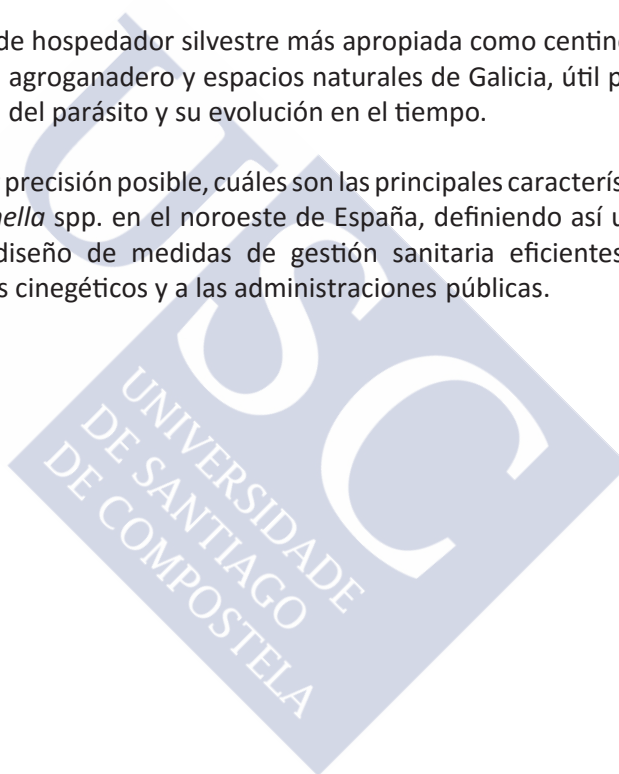




2. OBJETIVOS

Con este trabajo, se pretende aportar un estudio lo más completo posible en tamaño muestral y variedad de especies hospedadoras sobre la situación epidemiológica de *Trichinella* spp en la fauna silvestre de Galicia. Por ello, los objetivos que nos hemos propuesto son los siguientes:

1. Determinación de la prevalencia y la carga parasitaria de *Trichinella* spp. en jabalíes, cánidos silvestres, mustélidos y prociénidos de Galicia.
2. Tipificar las especies de *Trichinella* presentes en las especies hospedadoras mediante PCR.
3. Estudiar los factores de riesgo asociados a la presencia de este parásito en Galicia, incluyendo la especie de hospedador, su categoría de edad y sexo, así como la distribución geográfica de *Trichinella* spp.
4. Proponer la especie de hospedador silvestre más apropiada como centinela de la presencia de *Trichinella* spp. en el ámbito agroganadero y espacios naturales de Galicia, útil para la monitorización de la distribución geográfica del parásito y su evolución en el tiempo.
5. Conocer con la mayor precisión posible, cuáles son las principales características epidemiológicas del ciclo selvático de *Trichinella* spp. en el noroeste de España, definiendo así una base para futuras investigaciones y para el diseño de medidas de gestión sanitaria eficientes que implican a los consumidores, a los gestores cinegéticos y a las administraciones públicas.





REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA





3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. ASPECTOS DE LA *Trichinella* spp. COMO CAUSA DE ZOONOSIS

La triquinelosis es una zoonosis parasitaria causada por la ingestión de larvas de *Trichinella* spp. enquistadas en el tejido muscular de animales domésticos y silvestres. La principal fuente de infección para los humanos es la carne y los productos cárnicos crudos o insuficientemente cocinados procedentes de cerdo o jabalí parasitados. También otros animales pueden actuar como reservorios del parásito, como son perros, gatos, ratas, caballos y animales silvestres como zorros, lobos, osos y otros carnívoros y omnívoros (Pozio, 2005; Pozio y Murrell, 2006). Esta parasitosis representa, por tanto, un problema tanto para la salud pública como para la sanidad animal siendo motivo de preocupación para la seguridad alimentaria (Gottstein *et al.*, 2009).

3.1.1. SITUACIÓN MUNDIAL DE LA TRIQUINELOSIS

La triquinelosis es una zoonosis de distribución cosmopolita, como se puede observar en la Figura 1. Afecta a la mayor parte del hemisferio Norte, con excepción de la Antártida donde no se ha confirmado la presencia del parásito, estando considerada como endémica en 55 (27,8%) países del mundo (Gottstein *et al.*, 2009).

La incidencia media anual de la enfermedad en los seres humanos a nivel mundial ronda los 10.000 casos, con una baja tasa de mortalidad (0,2%). Es probable que se notifiquen solo una fracción de casos reales debido a los síntomas inespecíficos que presenta esta parasitosis, así como la falta de pruebas serológicas apropiadas para el diagnóstico (Pozio, 2007).



Figura 1. Distribución mundial de las nueve especies de *Trichinella* descritas hasta el presente (ICT, 2014).

La prevalencia de la infección por *Trichinella* en los seres humanos y la fuente de infección varían mucho de un país a otro, así cuando la explotación de ganado porcino está muy controlada y se exigen pruebas de detección de *Trichinella* en la carne, no se presentan casos debidos al consumo. Sin embargo, en países donde los cerdos son criados sin medidas de control sanitario, sobre todo para autoabastecimiento o cerdos criados en libertad sin medidas de control sanitario, sobre todo para autoconsumo, las infecciones humanas se producen con mayor frecuencia (Pozio, 2014). En concreto la triquinosis humana relacionada con el consumo de carne de cerdo parasitado se ha descrito en Centroamérica (México), América del Sur (Argentina y Chile), en Asia (China, Laos, Myanmar, Tailandia, Vietnam) y Europa (Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Bielorrusia, Croacia, Georgia, Letonia, Lituania, Polonia, Rumanía, Rusia, Serbia y Ucrania), entre otros países (Pozio, 2007).

En los países desarrollados donde no se diagnostica la parasitación en cerdos desde hace muchos años gracias a las medidas de control establecidas, las infecciones en humanos suelen originarse a partir de productos cárnicos de importación que no han sido debidamente inspeccionados, por ejemplo los brotes que afectaron a más de 3.000 personas producidos en Francia e Italia entre 1975 y 2005, como resultado del consumo de carne de caballo importada de países del Este de Europa y América del Norte (Pozio *et al.*, 1998; Licardi *et al.*, 2009). También el caso de brotes en Irlanda, Alemania y Dinamarca debido al consumo de salchichas preparadas con carne de jabalí procedente de Polonia (Sadkowska-Todys *et al.*, 2009; Romano *et al.*, 2011).

Algunas personas adquieren la parasitación durante el viaje a países endémicos y posteriormente desarrollan la enfermedad en su país de origen, como es el caso de Francia, debido al consumo de carne parasitada de un oso en Canadá (Houzé *et al.*, 2009) el de Suiza por consumo de un jabalí cazado en Bosnia (Lozano *et al.*, 2012), el de varios franceses infectados por consumo un jamón de jabalí procedente de Senegal (Dupouy-Camet *et al.*, 2009) o el de un estudiante sueco que adquirió la enfermedad debido al consumo de salchichas de jabalí en España (Gallardo *et al.*, 2007).

La población musulmana, cuya religión prohíbe el consumo de cerdo, no está exenta de la adquisición de triquinosis, como lo demuestra la aparición de un gran brote por consumo de carne picada mezclada ilegalmente con carne de cerdo de origen desconocido en Turquía (Turk *et al.*, 2006).

De acuerdo con los datos epidemiológicos, la principal fuente de triquinosis para el hombre es el consumo de carne de cerdo y jabalí sin control sanitario (Murrell y Pozio, 2011), pero también pueden estar implicados otros alimentos compuestos por carne de caballo, morsa y oso en Norteamérica, de zorro en Italia, carne de mustélidos en Suiza (Pozio, 2007), y cordero y carne de perro causantes de brotes en China (Cui y Wang, 2001; Liu y Boireau, 2002; Wang *et al.*, 2006).

Para evaluar los patrones epidemiológicos y la incidencia mundial de la triquinosis humana, Murrell y Pozio (2011) revisaron los datos de los brotes confirmados entre 1986-2009. En este período de estudio se registraron 65.818 casos en 41 países, con un total de 42 muertes, siendo la región europea de la Organización Mundial de la Salud (OMS) quién informó del 87% de los casos, de los cuales el 50% tuvo lugar en Rumanía, principalmente durante 1990 y 1999. Dentro de esta región europea la incidencia varía entre 1,1 a 8,5 casos/100.000 hab., afectando generalmente a adultos, sin diferencias en cuanto a sexo y casi siempre, la principal fuente de infección fue la carne de cerdo. En este estudio, la OMS considera varias regiones:

1. **Región de África:** solo se confirma triquinosis en Etiopía, donde la población cristiana representa el 60%.
2. **Región de las Américas:** el número de casos fue relativamente bajo, con excepción de

Argentina donde está implicada la carne de cerdo.

3. Región del Mediterráneo Oriental: se documentó solo en la población cristiana del Líbano y en Irán a partir del consumo de carne de jabalí.

4. Región Europea: se distinguen 4 patrones epidemiológicos:

a. Países de Europa del Este, con una alta incidencia (mayor de 1 caso/100.000 hab.) como es el caso de: Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Letonia, Lituania, Rumanía y Serbia.

b. Países con un bajo número de habitantes donde la aparición de brotes da lugar a una alta tasa de incidencia como es el caso de Eslovaquia o Eslovenia.

c. 19 países con una tasa de incidencia baja causada por infecciones esporádicas o debido a una gran densidad de población.

d. 21 países en los que no hubo casos de triquinosis autóctonas en este período de estudio.

En los países de Europa del Este se produce un aumento de la incidencia de triquinosis a partir de la década de 1990 debido a las continuas guerras civiles que provocaron graves problemas políticos, económicos y sociales que desembocan en la falta de control sanitario en las producciones de carne de porcino (Djordjevic *et al.*, 2003). Posteriormente con la incorporación de estos países a la UE se restableció de manera gradual la infraestructura relacionada con el control de inocuidad de los alimentos (por ejemplo, la inspección de la carne, la gestión de la producción porcina, servicios veterinarios, etc.), que ha contribuido a la disminución de la incidencia en estos países.

5. Región del Pacífico Occidental y la Región de Asia Sudoriental: hay pocos brotes confirmados, sin embargo en el suroeste de China hay grandes brotes, siendo la carne de cerdo la principal fuente de infección (Cui *et al.*, 2011). La mayoría de los brotes registrados de Tailandia, Laos y Vietnam, se produjeron en las regiones montañosas del norte, entre la población rural donde es habitual el consumo de carne cruda de cerdo y sin control sanitario (Conlan *et al.*, 2014).

A nivel mundial, la notificación de triquinosis es muy variable. No existe un buen sistema de recogida de datos epidemiológicos y clínicos ni una presentación de informes adecuada. En países de Europa del Este (por ejemplo, Bosnia-Herzegovina, Bielorrusia, Georgia, Moldavia, Rumanía, Rusia, Ucrania) la triquinosis solo se documenta en personas que fueron hospitalizadas (Murrell y Pozio, 2011), mientras que en los países industrializados de Europa occidental, EEUU y Canadá casi todos los casos son registrados (incluso los sospechosos de padecer la enfermedad).

3.1.2. SITUACIÓN DE LA TRIQUINELOSIS EN LA UNIÓN EUROPEA

La UE realiza un informe anual de las zoonosis de origen alimentario a partir de los datos que notifican los Estados Miembros (EM) de la presencia de zoonosis y brotes de origen alimentario a la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), así como a partir de los casos de zoonosis confirmados en seres humanos que son informados por el Centro Europeo para la Prevención y el Control de Enfermedades (ECDC). La notificación es obligatoria en todos los EM a excepción de Bélgica, Dinamarca, Francia y Reino Unido, aunque estos dos últimos países tienen sistemas de vigilancia voluntarios.

Respecto a la triquinelosis, la prevalencia de casos confirmados se ha mantenido estable durante los últimos años en la UE, con tasas comprendidas entre el 0,14 y el 0,16 por cada 100.000 hab. desde 2006, aunque siguen notificándose casos y suceden fundamentalmente en determinados países por el consumo de carnes sin control. Todavía en el año 2009, en la UE, todos los EM, excepto Dinamarca y Grecia, informaron de casos de triquinelosis humana. El número de casos notificados fue de 1.073, de los cuales se confirmaron 748 (EFSA/ECDC, 2011). En la mayoría no se identificó la especie de *Trichinella* y solo se aisló *T. spiralis* en 34 casos (EFSA/ECDC, 2011). El número de casos confirmados se incrementó en 2009 en un 11,6% debido, sobre todo, a Bulgaria (407 casos en contra a los 67 registrados en 2008). La distribución de los casos no fue homogénea en todos los países correspondiendo la mayoría (94%) a cuatro países de Europa del Este (Bulgaria, Rumanía, Polonia y Lituania) (Lahuerta *et al.*, 2011), relacionados con el consumo de carne de cerdo y jabalí sin inspeccionar y con hábitos culturales de consumo de carne cruda o poco cocinada (Blaga, Durand *et al.*, 2009; Kurdova-Mintcheva *et al.*, 2009). Los datos de cerdos criados para consumo humano en granjas bajo control sanitario presentaron en 2009 una prevalencia de triquinelosis baja (0,0002%).

En el período 2008-2012 se registró un descenso en el número de casos en Rumanía y Lituania pero un incremento en Letonia sobre todo en las regiones orientales. También se observó un incremento de los casos en Italia en 2011 y 2012.

Los últimos datos publicados por EFSA (2015), informan de una disminución en la tasa de notificación con respecto a los años anteriores (0,05 casos/100.000 hab.), correspondiendo las tasas más altas a Rumanía, Letonia y Bulgaria, que supusieron el 75,1% de los casos confirmados en el año 2013.

El informe EFSA de 2015, además, hace referencia a la triquinelosis en animales y se ha observado que el parásito es más frecuente en animales silvestres que en animales domésticos. Las especies presentes en Europa son *T. spiralis*, *T. britovi*, *T. pseudospiralis* y *T. nativa*. La prevalencia en cerdos de granja inspeccionados para el consumo humano es baja y se sitúa en torno a 0,0002%, similar a la de años anteriores. Los países del Este de Europa siguen teniendo la positividad más alta (Rumanía, Polonia, Croacia y Bulgaria). Cabe destacar que España notificó el 15,4% de los positivos. La mayoría de estos resultados positivos correspondieron a explotaciones con bajos controles sanitarios (EFSA, 2015).

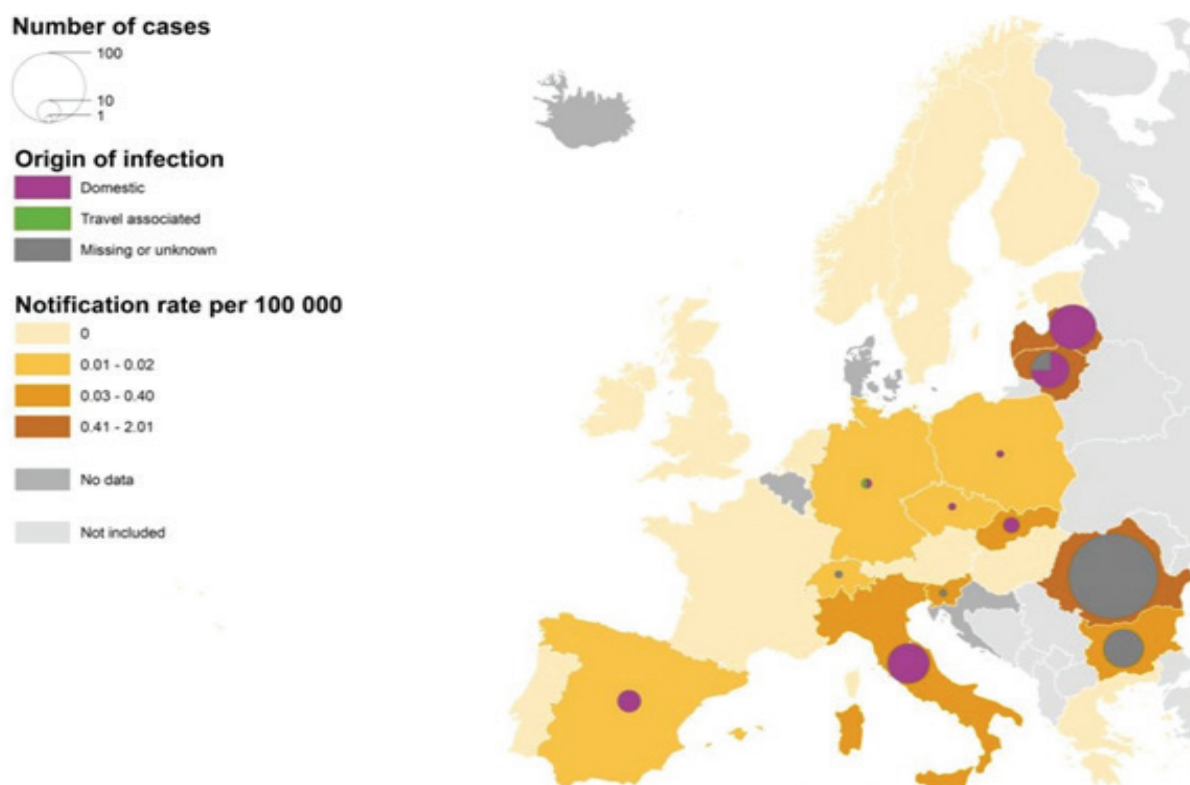


Figura 2. Tasas de notificación y origen de la parasitación en la triquinelosis humana en la UE (EFSA/ECDC, 2014).

3.1.2.1. Europa del Este

Estudios en el sureste de Europa muestran una alta incidencia y prevalencia de triquinelosis humana en países como Bulgaria, Croacia, Rumanía y Serbia (Blaga, Durand *et al.*, 2009).

En **Hungría**, se registraron brotes de triquinelosis debido al consumo de carne de cerdo infestada con *T. spiralis*. *Trichinella* se aisló también en rata marrón y perro, las personas del entorno resultaron seropositivas (Glatz *et al.*, 2012). No se encontró ningún animal positivo entre los cerdos y jabalíes de granja sacrificados en matadero e inspeccionados para el consumo humano, sin embargo, se aisló *T. spiralis* en una explotación de cerdos para autoconsumo. El jabalí también resultó positivo y se confirmó la presencia de *T. britovi* (64,7%), *T. spiralis* (29,4%) y *T. pseudospiralis* (5,9%). Cabe destacar un nivel de riesgo variable en función de la distribución geográfica de los casos; en concreto la mayor parte de los jabalíes (63,6%) con *T. britovi* fueron abatidos en la zona montañosa del noreste de Hungría, mientras que los cerdos domésticos y jabalíes infectados con *T. spiralis* se detectaron en zonas del sur limítrofes con Croacia y Rumanía. En áreas del noroeste y central, la prevalencia de la infección por *Trichinella* parece ser insignificante (Széll *et al.*, 2012).

Rumanía, donde en 2004 se informó de la mayor incidencia de triquinelosis en el mundo representa junto con Bulgaria el 89,8% de los casos humanos confirmados en la UE en 2009 (EFSA, 2011).

A pesar de que en estudios recientes (2009-2011) la prevalencia de triquinelosis en cerdos y jabalíes inspeccionados para consumo humano es baja, los casos en humanos continúan apareciendo. El mayor problema está en la falta de controles en los cerdos de pequeñas explotaciones, sin condiciones de higiene que fundamentalmente se destinan a autoconsumo y comercialización local y al hábito de consumo de carne cruda o poco cocinada (Neghina, 2010; Borza *et al.*, 2012; Balescu *et al.*, 2013).

La principal fuente de infección para el ser humano la constituyó el consumo de carne de cerdo de explotaciones familiares y carne de jabalí (Blaga *et al.*, 2007; Marincu *et al.*, 2012; Neghina *et al.*, 2012). Existe un descenso del número de casos pero todavía sigue siendo uno de los países de mayor prevalencia (EFSA, 2014).

En **Croacia** se han confirmado casos debido al consumo de salchichas ahumadas contaminadas con *T. spiralis* (Cvitkovic *et al.*, 2007). *Trichinella spiralis* y *Trichinella britovi* son especies que se aíslan con frecuencia en cerdos y animales silvestres, pero también se aisló *T. pseudospiralis* en cerdo (Beck, R., Beck, A., Lucinger *et al.*, 2009).

En **Polonia** se produjo uno de los brotes más importantes de las últimas dos décadas, causado por el consumo de embutidos de carne de cerdo y jabalí distribuida en muchas tiendas llegando a confirmarse casos en otros países como Irlanda, Alemania y Dinamarca. La fuente de la infección en la mayoría de los brotes fue la carne de jabalí. Solo dos de los productos infectados fueron elaborados a partir de carne de cerdo y uno de mezcla de carne de cerdo y jabalí (Sadkowska-Todys *et al.*, 2009; Romano *et al.*, 2011). A partir del 2007 se observa una tendencia descendente en el número de casos de triquinosis en humanos (Sadkowska-Todys *et al.*, 2012; Sadkowska-Todys *et al.*, 2013; Ostrek *et al.*, 2014).

En **Bulgaria** desde 1991 la triquinosis se ha convertido en una zoonosis importante. Las fuentes de infección fueron el consumo de carne de jabalí, productos derivados del cerdo y algunos asociados con el consumo de mezcla de carne de cerdo y jabalí. En los últimos años se observó una cierta disminución en el número de brotes (Kurdova-Mintcheva *et al.*, 2009).

En **Ucrania**, se registró un brote en 2003-2004 debido al consumo de carne de cerdo comprada en un mercado que tenía resultado negativo en la inspección veterinaria (Koval' *et al.*, 2008). Los problemas económicos y la inestabilidad social provocaron fallos en los sistemas de control sanitario, lo que desembocó en un aumento de la incidencia de triquinosis en la producción porcina y el número de brotes en humanos (Pozio, 2001a; Bruschi, 2012).

En **Bielorrusia**, existe escasa información respecto a la triquinosis. De hecho, no se ha confirmado la presencia de *Trichinella* spp. mediante aislamiento, aunque registraron datos de altas prevalencias en humanos entre 1980-1989 (Bruschi, 2012).

En **Serbia** la prevalencia es alta (Djordjevic *et al.*, 2005; Sofronic-Milosavljevic *et al.*, 2013) aunque se informó de una disminución significativa en el número de casos en los últimos 5 años. El control inadecuado de la carne y productos cárnicos en los hogares y el comercio ilegal favorecen la infección (Šeguljev *et al.*, 2011). La tasa de infección porcina disminuyó gradualmente (Sofronic-Milosavljevic *et al.*, 2013). Se realizó un estudio en el período 2009-2010 para el seguimiento de la triquinosis en cerdo y animales silvestres encontrando (0,12%) cerdos positivos. Entre la fauna silvestre el parásito está presente en jabalí, zorro, lobo y chacal dorado (Zivojinovic *et al.*, 2013).

En **Bosnia-Herzegovina**, se producen brotes de forma continua, habiendo bajado la prevalencia de 11,73 casos/100.000 hab. en 1998 a 0,1 casos/100.000 hab. en 2002. La fuente de infección es la carne parasitada de jabalí y cerdo (Ravlija *et al.*, 2006).

En **Grecia**, en el año 2009 se registró un brote de triquinosis causado por el consumo de carne de cerdo de una granja ecológica. En la parte nororiental de Grecia un estudio realizado durante el período 2009-2012 concluye que 37 de 12.717 cerdos en libertad examinados (0,29%) resultaron positivos a *T. britovi* (Boutsini *et al.*, 2014).

En **Eslovaquia** se observa un descenso de los casos de triquinosis humana desde 2008. La parasitación es frecuente entre la fauna silvestre pero no hay cerdos positivos en el último año (EFSA, 2014).

En **Lituania**, las investigaciones epidemiológicas indican que la triquinosis humana se propaga principalmente por el consumo de carne de cerdos y jabalíes parasitados; en concreto, de todos los brotes registrados el 58% se produjo por carne de cerdos criados en explotaciones familiares para autoconsumo, el 10% debido a la carne de jabalí parasitada y alrededor del 8% por la venta ilegal de carne (Bartuliene *et al.*, 2009).

La carne de cerdos domésticos y de jabalíes ha sido fuente importante de triquinosis humana en **Lituania, Letonia y Estonia** en las últimas dos décadas. Están presentes cuatro especies de *Trichinella* (*T. spiralis*, *T. britovi*, *T. nativa*, y *T. pseudospiralis*). Se encontró *T. britovi* en cerdos domésticos en Lituania y Letonia y *T. spiralis* en animales silvestres en las zonas donde hay triquinosis en animales domésticos (Malakauskas *et al.*, 2007). En Letonia se observa un aumento de la triquinosis humana en regiones orientales.

Es de destacar, tras este resumen de la situación epidemiológica en los países de Europa del Este, que Letonia, Lituania, Rumanía y Bulgaria suponen el 82% del total de casos confirmados en la UE (EFSA, 2014).

3.1.2.2. Europa del Norte y Central

En **Alemania**, se registran casos todos los años. El aumento de triquinosis observado en 2013 se atribuyó a un brote debido al consumo de salchichas de carne de jabalí parasitado que había entrado accidentalmente en el mercado alemán (Faber *et al.*, 2015). La mayor incidencia corresponde a inmigrantes de los países del sudeste de Europa, siendo los alimentos implicados la carne de cerdo y jabalí importada de países endémicos (Jansen *et al.*, 2008). En 2008 se produjo un brote en una granja de cerdos familiar en el noroeste del país, se cree que fue debida a un aumento de la prevalencia de *Trichinella* spp. en el ciclo silvestre (Pannwitz *et al.*, 2010). En la actualidad las fuentes de parasitación para el cerdo son los animales silvestres. La mayor prevalencia corresponde a *T. spiralis*, seguido de *T. britovi* y *T. pseudospiralis* (Pannwitz *et al.*, 2010).

En **Suiza** se produjo un brote de triquinosis debido a la ingestión de carne parasitada de jabalí procedente de una cacería en Bosnia (Lozano *et al.*, 2012). Se realizaron varios estudios para demostrar la ausencia de la infección en cerdos, demostrándose que la prevalencia es muy baja (Schuppers, Frey *et al.*, 2010; Schuppers, Rosenberg *et al.*, 2010). En 2012 se confirmó un caso de triquinosis humana (EFSA, 2014).

En **Francia** se han producido casos debido al consumo de jabalí parasitado con *T. britovi* (Gari-Toussaint *et al.*, 2005; Gaillard *et al.*, 2007). En la isla de Córcega se detectó *Trichinella* en jabalí (Richomme *et al.*, 2010). En 2009 se notificó triquinosis, adquirida por la ingestión de carne de oso importado de Canadá (Houzé *et al.*, 2009). Sin embargo, la fuente de infección más importante ha sido la carne de caballo parasitada importada del extranjero, en concreto, se han confirmado 2.296 casos de 1975 hasta 1999 (Boireau *et al.*, 2000). Francia ha reforzado considerablemente su sistema de prevención en los mataderos y en 2002 fue puesto en marcha un Centro Nacional de Referencia de *Trichinella* (Dupouy-Camet *et al.*, 2010). En 2011 se confirmaron 2 casos en humanos. En 2012 no se confirmó ningún caso en humanos, aunque sí en 5 cerdos parasitados por *T. britovi* (EFSA, 2014).

3.1.2.3. Europa del Sur

En **Italia**, desde la Segunda Guerra Mundial, la mayoría de los casos de triquinelosis (73,3%) han sido causados por el consumo de carne de caballo importado de terceros países (Pozio *et al.*, 1998). La carne de cerdo procedente de explotaciones familiares y jabalí también causaron brotes en menor medida (Romano *et al.*, 2011). El agente etiológico más frecuente es *T. britovi*, que se mantiene en el ciclo silvestre, siendo el zorro rojo el principal reservorio (Pozio, Rinaldi *et al.*, 2009). En invierno de 2008-2009 hubo un brote en una familia de cazadores del norte de Italia debido al consumo de embutido de jabalí parasitado con *T. britovi* (Romano *et al.*, 2011). En enero de 2010, se identificaron larvas de *T. pseudospiralis* en tres jabalíes en dos regiones del norte de Italia (Merialdi *et al.*, 2011). Antes, en 2008, en un caballo importado de Polonia para consumo humano, fueron aisladas *T. britovi* y *T. spiralis* (Liciardi *et al.*, 2009); de hecho el consumo de carne de caballo supone la mayoría de los casos de triquinelosis humana en Italia (902 casos en cuatro brotes durante 1975-1990) (Pozio *et al.*, 1998). En Italia existe una tendencia ligeramente ascendente en los últimos años (EFSA, 2014; Fichi *et al.*, 2014).

En la isla de Cerdeña entre 2005-2007, se notificaron brotes debido al consumo de cerdo con *T. britovi* (Pozio, Cossu *et al.*, 2009).

En **Portugal**, no ha habido confirmación de casos de triquinelosis en humana ni en animales de granja, en los últimos diez años revisados. El zorro es el principal reservorio de *Trichinella* spp. en este país (Magalhães *et al.*, 2004, Lopes *et al.*, 2015).

3.1.3. SITUACIÓN DE LA TRIQUINELOSIS EN ESPAÑA

En España se ha descrito una presencia constante de *Trichinella* spp., debido a que la caza del jabalí conlleva un notable incremento del consumo de su carne, lo que representa un serio peligro cuando no ha pasado la correspondiente inspección veterinaria (Pereira y Pérez, 2001).

Durante el período 1990-2001 se registraron un total de 49 brotes, el 75,5% producidos por ingestión de carne de jabalí infectado (Rodríguez de las Parras *et al.*, 2004). La presentación de la triquinelosis humana tiene carácter estacional, entre los meses de noviembre a mayo del año siguiente, asociado a la actividad cinegética del jabalí y a la matanza domiciliaria del cerdo; la mayoría de los brotes tienen lugar en el ámbito familiar, y el alimento implicado suele ser jabalí, en tanto que la especie mayoritariamente aislada es *T. spiralis*; no obstante se ha confirmado un brote declarado de *T. britovi* por consumo de carne de cerdo en Cáceres (Cortés-Blanco *et al.*, 2002; Herráez *et al.*, 2003; Martín *et al.*, 2007).

En un estudio de vigilancia epidemiológica de los brotes de triquinelosis en España durante las temporadas 1994/1995 a 2005/2006, se confirmaron 29 brotes con 394 afectados así como 2 casos aislados (uno en Toledo por carne de jabalí con *T. spiralis* y otro en Sevilla donde se desconoce el alimento consumido). Analizando la distribución geográfica por comunidades autónomas en este período, destacan Castilla-La Mancha, Castilla y León y Extremadura con 5 brotes cada una de ellas (Martín *et al.*, 2007). El alimento involucrado fue la carne de jabalí en 23 brotes (80%), carne de cerdo en cinco (17%) y desconocido en uno (3%); el agente etiológico aislado predominante fue *T. spiralis* en 13 brotes (44%), *T. britovi* en 8 (28%) y no se identificó en otros 8 brotes (28%).



Figura 3. Alimentos implicados en los brotes de la triquinelosis (modificado de Martín *et al.*, 2007).

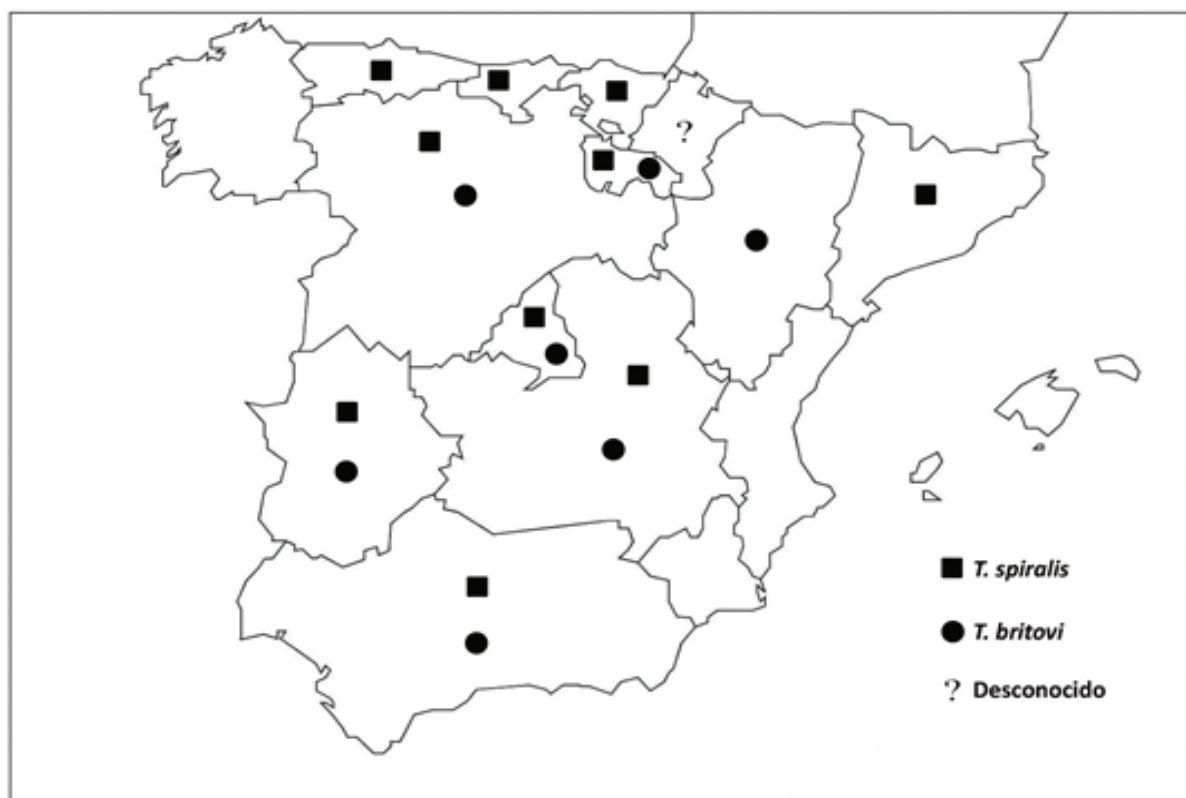


Figura 4. Especies de *Trichinella* que causaron los brotes (modificado de Martín *et al.*, 2007).

Las tasas de incidencia de triquinosis mostraron una tendencia ascendente en el período 2005-2007 (ver Figura 5), si bien en el año 2008 el número de casos disminuyó hasta la mitad con respecto al año anterior (Centro Nacional de Epidemiología, 2010).

En el año 2007 se declararon en España 7 brotes, con 115 casos (0,26/100.000 hab.). Las comunidades más afectadas fueron Andalucía, Castilla-León y Aragón (Centro Nacional de Epidemiología, 2009). En Aragón hubo 15 afectados (1,17 casos/100.000 hab.) (Sección de Vigilancia Epidemiológica. Gobierno de Aragón, 2008).

En el año 2008 se notificaron según el CNE 50 casos de triquinosis en España, con una tasa de 0,11/100.000 hab. Cabe destacar que la mayoría de los brotes se produjeron en el norte peninsular con incidencias por 100.000 habitantes de: País Vasco (1,9), Navarra (0,17), Castilla-León (0,12) y Asturias (0,10). Actualmente los brotes notificados en las CCAA están relacionados con el consumo de carne y productos cárnicos de jabalí, de tal modo que el 75% de los brotes humanos que se producen en España son debidos al consumo de dicha carne (Rodríguez *et al*, 2008).

En España se confirmaron 21 casos de triquinosis en humanos durante 2009-2010 (0,04 casos/100.000 hab.), debido al consumo de carne de jabalí y/o cerdo en general procedente de cacerías o matanzas domésticas sin control (CNE, 2011).

En nuestro país, la prevalencia en cerdo de granja en 2009 fue de 0,00016% (64 positivos) en 2009, incluyendo un total de 39.990.011 animales sacrificados (EFSA/ECDC, 2011); todos los animales positivos correspondían a cerdos ibéricos criados en extensivo, y ninguno procedente de granjas intensivas (Herrera *et al*, 2012).

La prevalencia es notablemente más alta en jabalí criado en granja, con valores de 0,02%, siendo incluso superior en jabalíes abatidos en cacería. En concreto a nivel europeo, la prevalencia en jabalí durante 2009, fue del 0,2%, mientras que los datos aportados en España fueron del 0,16% (EFSA, 2011). El número de casos notificados en España sigue una tendencia decreciente desde 2007 hasta 2010 como se puede ver en la Figura 5..

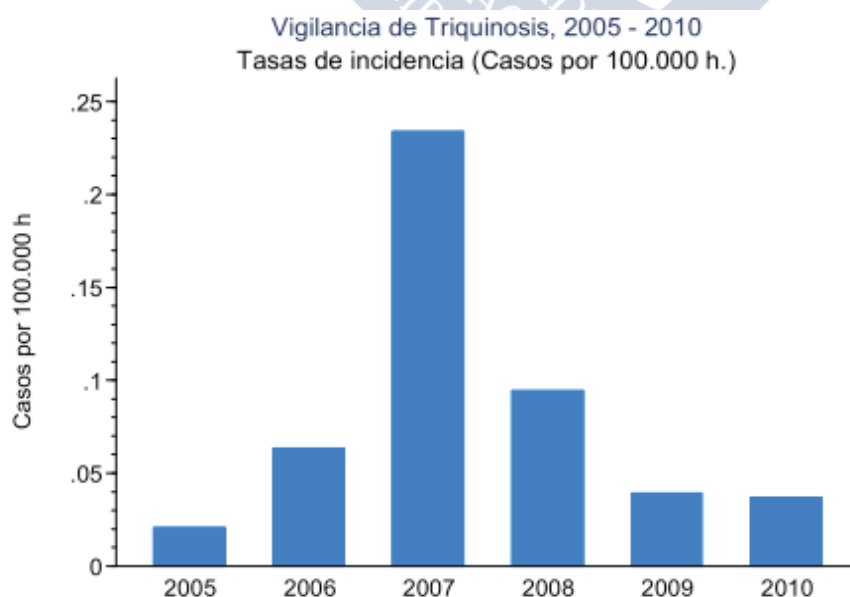


Figura 5. Incidencia de triquinosis humana en el período 2005-2010 (CNE, 2010).

En el año 2011 se notificaron un total de 33 casos de triquinosis humana en España, lo que supuso una tasa de incidencia para ese año de 0,07 casos/ 100.000 hab. Cuatro comunidades autónomas declararon casos: Aragón (7), Castilla-La Mancha (8), León (2) y Madrid (16). Se registró un fallecimiento de una persona de Huesca por consumo de carne parasitada de jabalí. La vía de transmisión en dos de los tres brotes fueron por embutido de carne de jabalí mezclada con carne de cerdo, siendo el tercer brote debido a la carne de cerdo (CNE, 2011).

En 2012 se notificaron 24 casos, correspondiendo 21 de ellos a Castilla-La Mancha (1,03 casos/100.000 hab.), 2 casos a Castilla-León (0,08 casos/100.000 hab.) y un caso a Cataluña (0,01 casos/100.000 hab.) (CNE, 2013). Según EFSA, 2014 fueron confirmados 10 casos (0,02 casos/100.000 hab.), disminuyendo ligeramente respecto a 2011 (figura 6). Sin embargo, se notificaron 116 cerdos positivos (el 34,6% de los casos positivos en Europa) confirmándose en uno de ellos la presencia de *T. spiralis* en tanto que en los restantes no se determinó la especie involucrada. Solo se notifica un caballo positivo en la UE, y corresponde a España (0,001%).

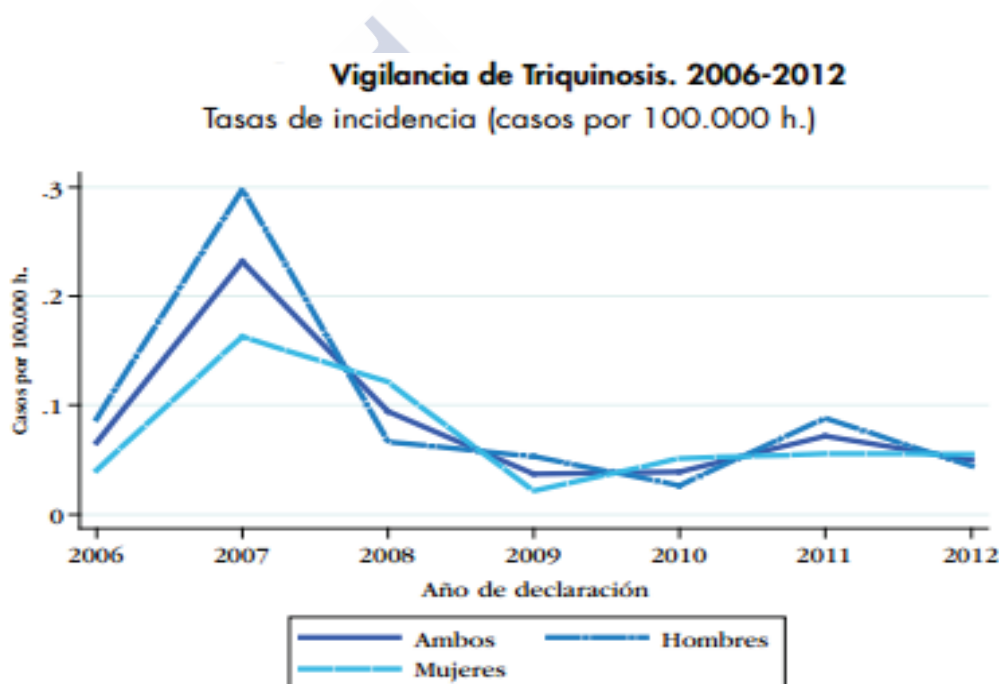


Figura 6. Tasas de incidencia de la triquinosis humana durante el período 2006-2012 (CNE, 2012).

Según manifiesta la ICT (International Commission on Trichinellosis) el cerdo ha sido la fuente histórica de la triquinosis humana, y sigue siendo una fuente importante en algunos países donde las condiciones de cría porcina y los métodos de control de sus carnes no son los adecuados. No obstante, la carne de caza puede suponer un riesgo potencial para los seres humanos si no se prepara adecuadamente. La educación del consumidor y la inspección de carnes de caza destinadas al consumo humano son fundamentales a la hora de la prevención de esta parasitosis. Como ya hemos indicado anteriormente la triquinosis no es un diagnóstico frecuente en la mayoría de los países y los brotes ocurren a menudo durante eventos de grupo (fiestas o celebraciones) donde los platos especiales o tradicionales pueden prepararse sin llegar a estar bien cocidos. También suceden entre los cazadores, su familia y amigos por el consumo de carne de caza parasitada por *Trichinella* e insuficientemente cocinada (Gamble *et al.*, 2004).

Tabla 1. Incidencia de la triquinosis humana en España según datos del CNE.

Año	Casos (n)	Tasa de incidencia ^a	Alimento implicado	Comunidades autónomas afectadas
2006	28	0.06	No se especifica	Aragón (3), Castilla-La Mancha (7) Castilla y León (16), Madrid (1) y La Rioja (1)
2007	105	0.24	No se especifica	Andalucía (59), Aragón (10), Baleares (1), Castilla-La Mancha (1), Castilla y León (24), Madrid (2) y País Vasco (8)
2008	43	0.10	Jabalí, cerdo y ambos ^b	País Vasco (35), Castilla y León (4), Madrid (1), Navarra (1), Extremadura (1) y Andalucía (1)
2009	18	0.04	Jabalí y ambos	Aragón (2), Castilla y León (9) y Extremadura (7)
2010	17	0.05	Jabalí	Castilla-La Mancha (15), Madrid (2)
2011	33	0.07	Cerdo y ambos	Aragón (7) ^c , Castilla-La Mancha (8), Castilla y León (2) y Madrid (16)
2012	23	0.05	Jabalí y ambos	Castilla-La Mancha (21), Castilla y León (2)
2013	29		Datos no disponibles	Madrid (28) y Andalucía (1)
2014	4		Datos no disponibles	
(a) T Incidencia= nº de casos/100.000 habitantes (b) Mezcla de carne de cerdo y jabalí (c) una persona fallecida en Huesca				

3.1.4. NORMATIVA APLICABLE EN CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA TRIQUINELOSIS

El seguimiento y control de las enfermedades transmitidas por los alimentos, así como los requisitos de higiene y los criterios de seguridad alimentaria, están regulados por una extensa legislación de la UE, aplicable en los distintos EM que deben adaptar su marco jurídico a la nueva normativa europea.

En la UE se analizan anualmente 167 millones de cerdos para la detección de *Trichinella* spp. La mayoría de los resultados son negativos lo que supone que el riesgo para la salud es bajo en muchos países (Alban *et al.*, 2011). Este tipo de análisis requieren muchos recursos por parte de los EM, por eso se propone un programa de vigilancia estandarizado para la UE, que se basa en identificar las

subpoblaciones de animales dependiendo del riesgo y establecer el número de muestras que deben realizarse en cada caso (Pozio, 2014). La EFSA reconoce la presencia esporádica de *Trichinella* spp. en la UE principalmente en cerdos criados en libertad y para el autoconsumo; además señala que el tipo de sistema de producción es el principal factor de riesgo de triquinelosis. Por esta razón, se ha publicado un nuevo reglamento que conlleva el análisis de solo un 10% de las canales de los animales sacrificados cada año procedentes de explotaciones con “condiciones controladas de estabulación”, en vez de todas las canales como indicaba la anterior normativa.

De acuerdo con el “Reglamento de ejecución (UE) 2015/1375 de la Comisión de 10 de agosto de 2015 por el que se establecen normas específicas para los controles oficiales de la presencia de triquinas en la carne”, y que deroga al anterior (Reglamento (CE) nº 2075/2005 de la Comisión, de 5 de Diciembre de 2005, por el que se establecen normas específicas para los controles oficiales de la presencia de triquinas en la carne), son obligatorias las inspecciones de canales de cerdos, caballos, jabalíes y otras especies domésticas y silvestres sacrificadas para consumo humano y sensibles a la parasitación por *Trichinella* spp., a su vez establece excepciones de efectuar el análisis de detección de *Trichinella* spp. en explotaciones cuyo cumplimiento de las “condiciones controladas de estabulación” haya sido reconocido oficialmente, lo que implica que no se haya detectado ninguna parasitación autóctona por *Trichinella* spp. en los últimos 3 años (durante los que se han llevado controles periódicos), y además el historial de los controles realizados den una garantía de al menos un 95% de que la prevalencia de la triquinelosis no excede de una por millón. El concepto de región o país libre de triquinelosis, ya no se aplica si no el de explotaciones que cumplen las “condiciones controladas de estabulación”, dichas condiciones hacen hincapié en medidas higiénicas, de bioseguridad y el control de roedores en las explotaciones ganaderas. Bélgica y Dinamarca presentan explotaciones de estas características.

Actualmente, en España no existe ninguna explotación, categoría de explotaciones, ni región en la que el riesgo de presencia de triquina en los cerdos domésticos sea despreciable, por lo que, salvo en los casos de congelación de carne de cerdo bajo la supervisión de las autoridades sanitarias competentes, es obligatorio el análisis para la detección de *Trichinella* spp. en las canales de las especies sensibles a esta parasitación destinados al consumo humano (incluidas las procedentes de matanzas domiciliarias).

El método oficial para la detección de larvas enquistadas de *Trichinella* spp. es la digestión artificial de muestras colectivas con utilización de un agitador magnético. Se trata de una detección directa del parásito por digestión enzimática en medio ácido y una posterior observación microscópica. La detección directa de larvas también se aplica en el control de la fauna silvestre. Este método tiene mayor sensibilidad que el método de compresión permitiendo la detección de menos de una larva por gramo de tejido muscular. Hay que indicar que la sensibilidad se ve influida por el tamaño de la muestra y por el tipo de músculo seleccionado para el muestreo. Se han realizado múltiples estudios para saber cuáles son los músculos de elección para el diagnóstico (Gamble et al., 2000; Kapel et al., 2005; Pozio y Rossi, 2008). En los cerdos domésticos, los músculos de elección son el diafragma, la lengua y el músculo masetero (Gamble et al., 2000; Forbes et al., 2003). Algunos de los puntos de muestreo recomendados por la ICT para los distintos animales domésticos y silvestres sometidos a inspección de la carne o a los estudios epidemiológicos se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Músculos de elección para el diagnóstico de *Trichinella* en diferentes especies adaptada de (ICT, 2006).

ESPECIE ANIMAL	MÚSCULO DE PREDILECCIÓN
Cerdo	Diafragma, maseteros
Caballo	Maseteros, diafragma, lengua
Jabalí	Diafragma, extremidad delantera, lengua
Perro	Diafragma, maseteros, lengua
Oso	Diafragma, maseteros, lengua
Zorro	Diafragma, extremidad delantera, lengua
Perro mapache	Diafragma, extremidad delantera, lengua

Para la inspección sistemática de la carne para consumo humano, se precisa una sensibilidad del método de por lo menos 1 a 3 larvas por gramo de tejido muscular, que es el nivel por encima del cual la parasitación constituye un problema de seguridad alimentaria (Dupouy-Camet y Murell, 2007).

El Reglamento (UE) nº 2015/1375, en el considerando 24, indica que “El Reglamento (CE) nº 853/2004 no se aplica a la caza silvestre y sus carnes directamente suministradas al consumidor final o a establecimientos minoristas locales que suministren directamente al consumidor final. Por ello, procede que los Estados miembros se responsabilicen de adoptar medidas nacionales para reducir el riesgo de que llegue al consumidor final carne de jabalí con *Trichinella*”. Por extensión, lo anterior se refiere igualmente al sacrificio de cerdos para el consumo privado en matanzas domiciliarias.

El Real Decreto 640/2006, de 26 de mayo, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de productos alimenticios, establece requisitos para el uso del método del triquinoscopio en las pequeñas cesiones de cazadores y en las matanzas domiciliarias.

Según el Reglamento 2015/1375, las autoridades competentes de los EM elaborarán planes de contingencia con todas las medidas que vayan a adoptarse en el caso de que las muestras fuesen positivas en las pruebas para la detección de *Trichinella* spp. Dichos planes incluirán información detallada sobre la trazabilidad, medidas de manipulación de las carnes afectadas, investigación del origen de la parasitación y de cualquier propagación en la fauna silvestre, así como la determinación de las especies de *Trichinella* implicadas.

La EFSA analiza los datos de vigilancia sobre las zoonosis y también proporciona orientación a las autoridades de los EM sobre la forma de llevar a cabo actividades de seguimiento y presentación de informes de zoonosis y brotes de origen alimentario.

La ECDC coordina la vigilancia de las enfermedades transmisibles a través de Europa. Los países comunican una serie de datos sobre enfermedades transmisibles, que sean introducidos en el Sistema Europeo de Vigilancia (TESSy), un sistema flexible que permite la recogida, validación, limpieza, análisis y difusión de datos. A través de esta herramienta en línea, los países no solo proporcionan sus propios datos de vigilancia, sino que también tienen acceso a datos similares de toda Europa.

La presencia de *Trichinella* en carne o productos cárnicos derivados supone un riesgo grave y directo para la salud humana, como establece el Artículo 50.2 del Reglamento (CE) nº 178/2002. En consecuencia, si se detectan casos sospechosos/confirmados en humanos se actuará conforme a lo establecido en el Real Decreto 2210/1995, notificándolo inmediatamente al CNE (Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica). Además, si la carne parasitada se encuentra en el circuito de comercialización o existe la posibilidad de que pueda llegar a dicho circuito, se deberá notificar a la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) a través del Sistema Coordinado de Intercambio Rápido de Información (SCIRI). La notificación se gestionará como una alerta, teniendo en cuenta que se trata de un riesgo grave e inmediato, se precisará la actuación de las autoridades competentes para su localización y adopción de las medidas correspondientes (AESAN, 2011).

3.2. DESCRIPCIÓN DE *Trichinella* spp.

3.2.1. TAXONOMÍA DE *Trichinella* spp.

En 1896, Railliet propuso cambiar el nombre de *Trichina spiralis* por el de *Trichinella spiralis*, ya que el vocablo de *Trichina* había sido empleado para denominar un género del orden Díptera.

Trichinella pertenece al Phylum Nematoda, Clase Aphasmida (Adenoforea), Orden Enoplida, Superfamilia Trichinelloidea, Familia Trichinellidae y género *Trichinella*, del cual existen varias especies (Cuartas y Trujillo, 2009). Desde el momento del descubrimiento de la presencia de triquinas en el año 1835 hasta el 1970, se asumió que la triquinosis era causada por una única especie de parásito, *Trichinella spiralis*. Se han comparado muchos de los parámetros biológicos para diferenciar el parásito, como la especificidad del hospedador, distribución geográfica, la capacidad reproductiva, el desarrollo de células nodriza y resistencia a la congelación. Hoy en día se sabe que el género *Trichinella* es un grupo mucho más complejo de parásitos y que los métodos biológicos de clasificación taxonómica no son suficientes, siendo necesario desarrollar técnicas más sensibles para identificar y caracterizar mejor las especies y los genotipos de *Trichinella*. Se empezó usando métodos inmunológicos y bioquímicos pero actualmente se está trabajando con técnicas basadas en el estudio del ADN, mediante técnicas de PCR (reacción en cadena de la polimerasa). La filogenia de las especies y genotipos del género *Trichinella* se han estudiado mediante las variaciones en tres genes (SSU rDNA nuclear e ITS2, ADNr LSU mitocondrial y ADN COI) (Zarlenga *et al.*, 2006). A día de hoy se reconocen 9 especies de *Trichinella* y 3 genotipos agrupados en dos clados: con cápsula y sin cápsula (Krivokapich *et al.*, 2012; Pozio y Zarlenga, 2013; Pozio, 2014). Pertenecen al primer grupo *T. spiralis*, *T. nativa*, *T6*, *T. britovi*, *T8*, *T9*, *T. nelsoni*, *T. murelli* y *T12* (nueva especie generalizada en sudamérica, por lo que ha sido denominada *Trichinella patagoniensis*) (Krivokapich *et al.*, 2012), y al segundo grupo *T. pseudospiralis*, *T. Papuae* y *T. zimbabwensis* (Gottstein *et al.*, 2009).

Tabla 3. Taxonomía del género *Trichinella* desde descubrimiento del parásito a la actualidad (Pozio, Hobert *et al.*, 2009).

1835	<i>T. spiralis</i>	Owen, 1835
1972	<i>T. nativa</i> , <i>T. nelsoni</i>	Britov y Boev, 1972
1972	<i>T. pseudospiralis</i>	Garkavi, 1972
1992	<i>T. britovi</i> , <i>T. nelsoni</i> , T5, T6, y T8	Pozio <i>et al.</i> , 1992
1999	<i>T. papuae</i>	Pozio <i>et al.</i> , 1999
1999	T9	Nagano <i>et al.</i> , 1999
2000	<i>T. murrelli</i>	Pozio y La Rosa, 2000
2002	<i>T. zimbabwensis</i>	Pozio <i>et al.</i> , 2002
2008	T12	Krivokapich <i>et al.</i> , 2008
2012	<i>T. patagoniensis</i>	Krivokapich <i>et al.</i> , 2012

3.2.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HOSPEDADORES

Trichinella spp. está distribuida mundialmente a excepción de la Antártida, está presente tanto en zonas frías como cálidas, en animales domésticos y fauna silvestre. Su amplia distribución, junto con lo hábitos alimenticios de comer carne poco cocinada sin control sanitario previo, son los principales factores que contribuyen a la aparición de la triquinosis en el hombre (Pozio, 2007).

Durante más de cien años *Trichinella spiralis* fue considerado un parásito zoonótico del hábitat doméstico en el que se implican los cerdos, las ratas y los seres humanos. A lo largo de los últimos 70 años, hay evidencias de que la presencia de los nematodos del género *Trichinella* es mayor en el medio silvestre que en el doméstico, y los focos domésticos de *T. spiralis* representan solo un epifenómeno del ciclo natural de estos helmintos (Pozio y Murrell, 2006; Pozio, 2013).

Los animales omnívoros y carnívoros (mamíferos, aves y reptiles), principalmente los que tienen un comportamiento caníbal y carroñero, actúan como reservorio de *Trichinella* spp. Incluso las larvas musculares ingeridas por los artrópodos pueden propagarse en el medio ambiente de forma mecánica (Pozio, 2001). También se ha documentado la presencia de *T. pseudospiralis* en aves (Lindsay *et al.*, 1995; Hurníková *et al.*, 2014). Las áreas de distribución de los hospedadores pueden ayudar a identificar los aspectos ecológicos de las distintas especies de *Trichinella*. Por otra parte, tanto la supervivencia de las larvas en los músculos en descomposición de los hospedadores, que se ve favorecida por la alta humedad y bajas temperaturas, como el comportamiento humano en los hábitats silvestres y domésticos, juegan un papel en los patrones de transmisión de este parásito (Pozio, 2000).

El área probable de origen de *Trichinella spiralis* parece ser el sur-este de China, a partir de ahí se extendió a Europa, probablemente por el cerdo y luego invadió el continente Americano, Nueva Zelanda y Egipto durante la colonización europea. *Trichinella pseudospiralis* se extendió por lo menos en tres continentes mediante las aves y, en Europa, el jabalí parece jugar el papel más importante como reservorio (Merialdi *et al.*, 2011). Las especies ancestrales de las existentes en mamíferos carnívoros de África, América del Norte y del Sur, Asia y Europa, originaron un nuevo taxón en cada región; así es como surgieron *T. Nativa* en el Ártico, *T. britovi* en Eurasia y África del Norte-Occidental, *T. murrelli* en las regiones templadas de América del Norte, *T. nelsoni* en el este de África, presencia de *Trichinella T6* en la región ártica de América del Norte, *Trichinella T8* en el sur de África occidental, la presencia de *Trichinella T9* en Japón y *Trichinella T12* en el sur de América. Las especies no encapsuladas (*T. papuae*

y *T. zimbabwensis*) conolizaron tanto a los ambientes acuáticos y terrestres por la infección de los lagartos monitor, cocodrilos y mamíferos carnívoros y omnívoros (Pozio, 2001b; Zarlenga *et al.*, 2006; Pozio, Hobert *et al.*, 2009).

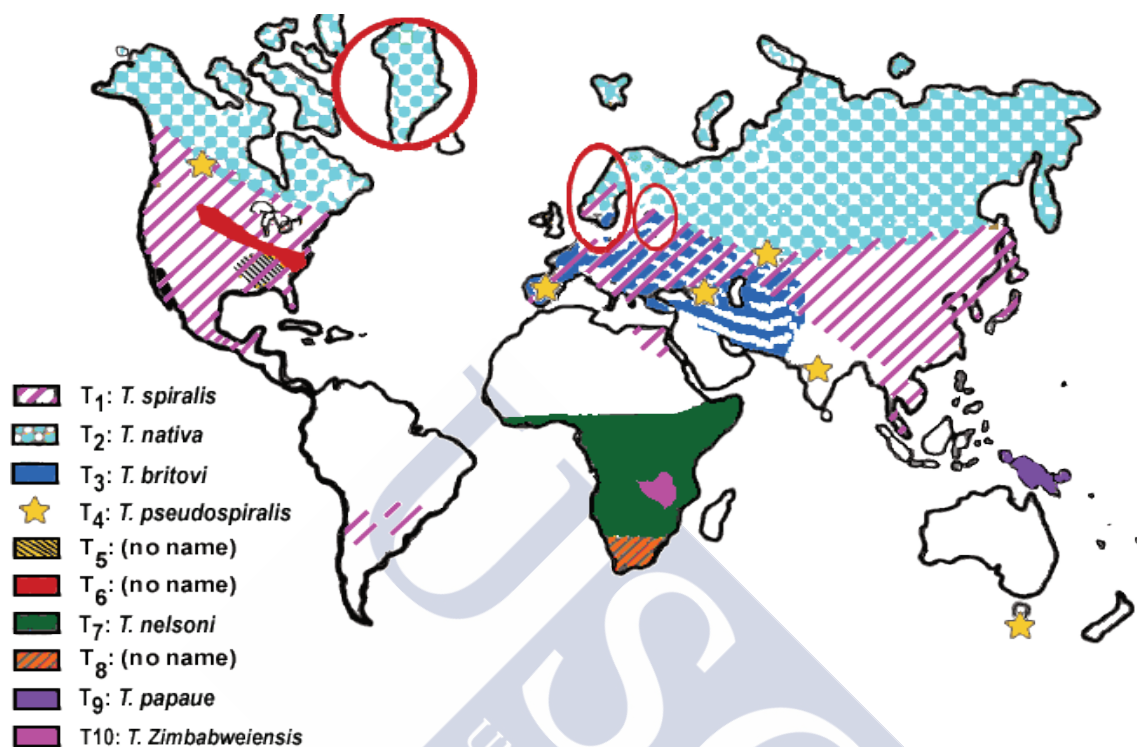


Figura 7. Distribución geográfica de *Trichinella* spp. (http://www.trichinella.org/bio_geo.htm).

Distintas especies de *Trichinella* pueden infectar a varios tipos de hospedadores y, otras veces, especies distintas pueden estar presentes en el mismo hospedador (Pozio, 2001a). De hecho, se han detectado distintos genotipos de *Trichinella* spp en cerca de 100 especies de mamíferos, siete especies de aves y 3 especies de reptiles (Dorny *et al.*, 2009).

3.2.3. MORFOLOGÍA

Se pueden identificar tres estadios: estado adulto en el que existe un gran dimorfismo entre macho y hembra, larva recién puesta y, por último, larva presente en el músculo o larva infestante.

El macho adulto tiene de 1,4-1,6 mm de longitud, y un diámetro de 40-60 μ m. El testículo tiene un tramo ascendente, luego desciende y forma el conducto deferente, una vesícula seminal y un conducto eyaculador que desemboca en un tubo copulatorio dentro de la cloaca. La protrusión del tubo copulatorio a través de la abertura cloacal situada entre los apéndices copulatorios, forma la campana copulatoria. Los apéndices mencionados sirven para fijar a la hembra durante la cópula (Despommier *et al.*, 2005).



Figura 8. Hembra de *Trichinella spiralis* (Despommier *et al.*, 2005). Figura 9. Macho de *Trichinella spiralis* (Despommier *et al.*, 2005).

La hembra mide 3 mm de largo y 36 μm de diámetro. El esticosoma ocupa el tercio anterior (libera unos gránulos a los que se debe su poder antigénico). El sistema reproductor es voluminoso, llenando la casi totalidad de la cavidad corporal; consta de un solo ovario, oviducto, receptáculo seminal, útero y vagina. La vulva desemboca a la altura de la mitad del esticosoma. La hembra es vivípara, evolucionando los huevos (30 μm de diámetro) a larvas en el interior del útero, ocupando la parte posterior mientras que la parte anterior contiene embriones que luego salen por la vulva (Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

La larva recién puesta (LRP) mide 100 μm x 6 μm , presenta un pequeño espolón cefálico, un estilete bucal y un esticosoma formado por 30 a 40 esticocitos que contienen gránulos de distinto tamaño cuya importancia radica en su poder antigénico al ser excretados (Despommier *et al.*, 2005). La larva muscular (LM) mide 1 mm x 30 μm de diámetro, pudiendo crecer en el quiste hasta 900-1280 μm de longitud y 35-40 μm en diámetro. No tiene estilete bucal y el esticosoma presente en este estadio posee distinto tipo de gránulos en comparación con los de la LRP (Riva *et al.*, 2007).

3.2.4. CICLO BIOLÓGICO

El ciclo biológico de *Trichinella* es directo y enteramente parasitario. Con más exactitud, se trata de un ciclo autoheteroxeno, porque un mismo hospedador soporta todas las fases del ciclo: en el intestino como hospedador definitivo, la circulatorio y el tejido muscular estriado como hospedador intermediario y paraténico. El ciclo se fundamenta por el hábito depredador o carroñero de los hospedadores, y su ciclo se repite tantas veces como un hospedador parasitado es ingerido por otro. El ciclo y la vida de este nematodo es fundamentalmente intracelular, primero en el intestino delgado y después en el tejido muscular (Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

Se trata de uno de los parásitos con menor especificidad de hospedador. De hecho, se ha comprobado, tanto experimentalmente como por estudios en la fauna salvaje, que todas las especies de *Trichinella* pueden infestar a los mamíferos (Pozio, 2005).

El ciclo de vida del género *Trichinella* comprende dos fases: una intestinal y otra parenteral.

Fase intestinal. Comienza con la ingestión de la forma larvaria infestante L1, que se localiza en el tejido muscular del hospedador. Los quistes musculares de *Trichinella*, son atacados por la acción de los jugos gástricos en el estómago; la pepsina destruye la cápsula, permitiendo la liberación de las larvas que se dirigen hacia el intestino delgado. El duodeno es el lugar de preferencia para el establecimiento

de las larvas, aunque este asentamiento puede verse modificado por diversos factores, como son la motilidad intestinal, la edad y el estado fisiológico del hospedador (Dick y Silver, 1980). Cada larva se introduce en una cadena de enterocitos que, al fusionar sus citoplasmas forman un sincitio, donde se alberga las fases preadultas, que con el tiempo evolucionan a adultas. Este estadio se considera una fase intracelular, y curiosamente no se produce una destrucción de los enterocitos del hospedador sino una hipertrofia de la célula para acomodar al nematodo (Campbell, 1983).

El mecanismo bioquímico de la invasión del tejido del hospedador aún no se conoce, y como la larva no presenta estilete bucal, se cree que el parásito elabora proteasas, que degradan el tejido del hospedador y facilitan la penetración en los enterocitos (Criado-Fornelio *et al.*, 1992). La larva sufre cuatro mudas, pasando de L2 a L5 en una rápida sucesión, durante un período de unas 30 horas, hasta alcanzar la fase adulta. En este proceso se remodelan la cutícula, células glandulares hipodérmicas, sistema muscular y nervioso, aparato digestivo, y aparece el primordio genital. En todas las fases, las larvas presentan un movimiento similar al de una serpiente, excepto en el caso de la forma infestante L1, en el que es de enrollamiento y desenrollamiento (Campbell, 1983). Posteriormente tendrá lugar la cópula y la subsiguiente puesta de larvas. Diversos experimentos establecen que justo antes del apareamiento, la relación en el intestino entre machos y hembras es de 1,5-2/1. Parece existir un sistema de feromonas que actuaría como medio de atracción-repulsión entre machos y hembras, disminuyendo también los movimientos peristálticos en el intestino del hospedador provocándole sensación de incomodidad. El esperma es introducido en el interior de la hembra, pues los espermatozoides no tienen flagelos. Y una vez fecundadas las hembras comienza la embriogénesis que tiene lugar en el útero. Este proceso dura aproximadamente 90 horas. El nacimiento de las larvas tiene un pico máximo en el 8º día postinfección, decayendo posteriormente. Las hembras ponen larvas hasta su agotamiento o expulsión a través de heces, debido a la respuesta de hipersensibilidad que se produce en el hospedador (Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

Stewart *et al.* (1980) realizaron un ensayo *in vitro* de puesta de larvas para determinar la fecundidad de los adultos, y observaron que las hembras que se alojaban en yeyuno e ileón ponían menos larvas que las presentes en duodeno; la temperatura en torno a los 37°C favorecía la puesta y que las hembras procedentes de parasitaciones más altas ponían menor número de larvas.

Fase parenteral. Los larvas recién puestas son depositadas en la submucosa intestinal, atraviesan la lámina basal y pasan al torrente circulatorio, hasta su asentamiento muscular. Aunque pueden penetrar en otras células, como las del músculo cardíaco, su tejido diana son las fibras musculares estriadas esqueléticas, buscando músculos de gran actividad, como el diafragma, lengua, maseteros y oculares (Cuartas y Trujillo, 2009). La penetración se produce con la ayuda de un estilete, también se piensa que usan mecanismos enzimáticos para su inserción continua en el músculo (Gottstein *et al.*, 2009). La célula muscular se transforma entonces en un sincitio albergante, es decir, en la célula nodriza donde la larva se desarrolla hasta su estadio infectante, y puede permanecer albergada en este estado latente muchos años. Esta transformación de la célula hospedadora está inducida por la larva de *Trichinella* spp. mediante la secreción y excreción de sustancias producidas por las células que forman parte de su esticosoma, razón por la que este parásito es considerado como uno de los más exitosos simbioses intracelulares que se conocen (Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

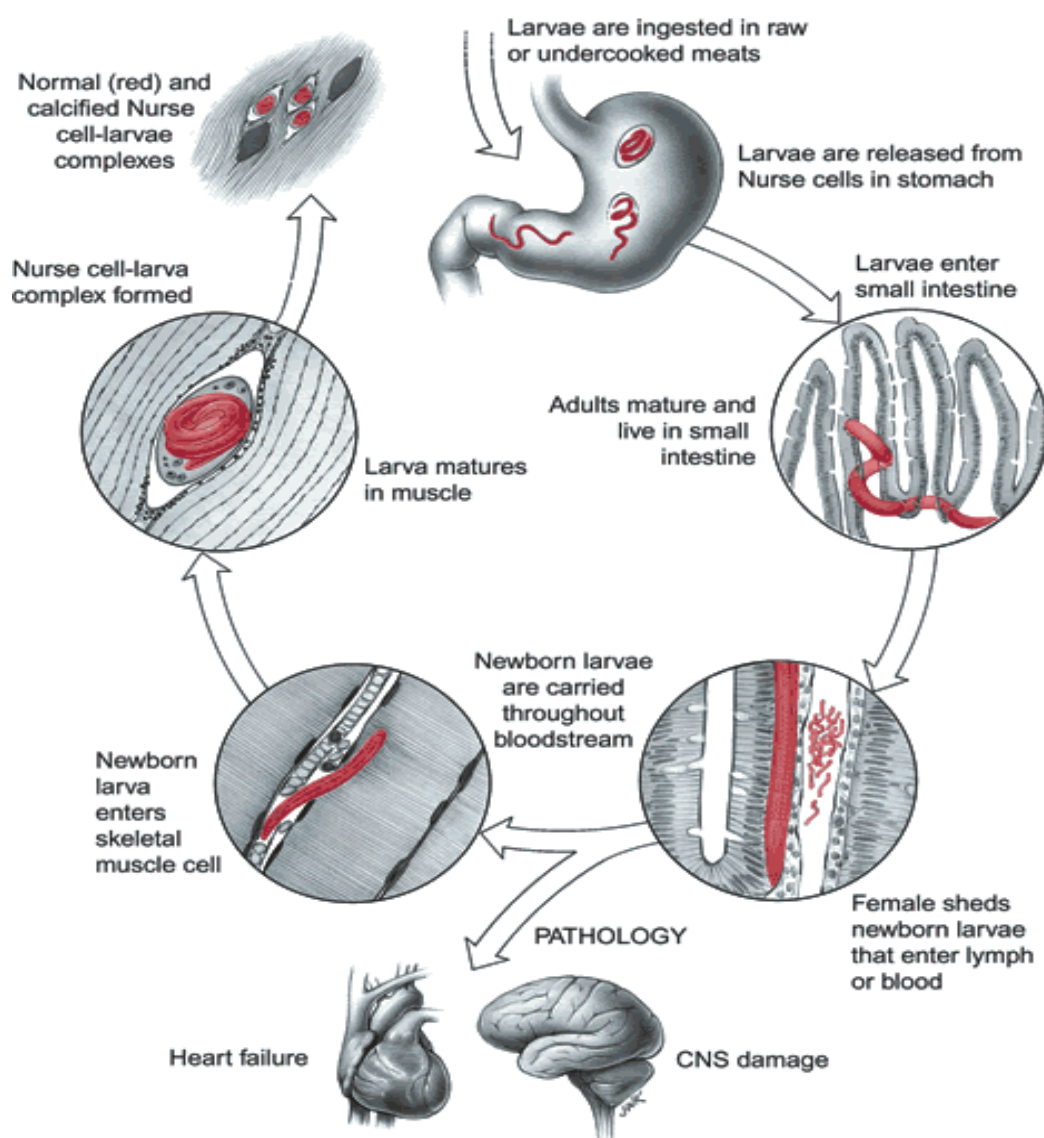


Figura 10. Ciclo biológico de *Trichinella* spp. (Despommier *et al.*, 2005).

Después de la llegada al músculo, la larva crece durante 20 días. El crecimiento se evidencia al 4º día, aumentando cada día el 29% de su volumen, hasta llegar a las 100 micras el día 20 (Despommier, 1998).

La larva adopta una posición en espiral y presenta un continuo movimiento de vaivén dentro de la célula muscular, rodeada de un infiltrado linfocitario. El miocito se desarrolla como “célula nodriza”, una estructura funcional diferente de cualquier otra célula de mamíferos, unos 14-16 días después de la penetración de la larva, y pierde sus características de célula muscular estriada. Los cambios en las células musculares infectadas incluyen pérdida de los elementos contráctiles, vacualización de las mitocondrias con desplazamiento central e hipertrofia de los núcleos y del retículo sacoplasmático, hiperinvolución de la membrana plasmática, desarrollo de una doble membrana adyacente a la cutícula de la larva, así como la formación de un retículo endoplásmico rugoso y poliribosomas en la zona cercana a la cutícula larval y depósito de colágeno alrededor (Despommier, 1975; Lee y Ko, 2006; Bruschi y Chiumiento, 2011). Cada célula nodriza desarrolla un fino plexo de vénulas periquísticas que

facilitan el intercambio metabólico con el hospedador. La célula se hace más permeable produciéndose una mayor liberación de enzimas musculares (Gottstein *et al.*, 2009). La célula nodriza sintetiza dos clases de colágeno, el tipo IV y el tipo VI; el primero deja de sintetizarse alrededor del día 26 de la penetración de la célula muscular, mientras que el tipo VI perdura durante toda la infección (Despommier, 1998).

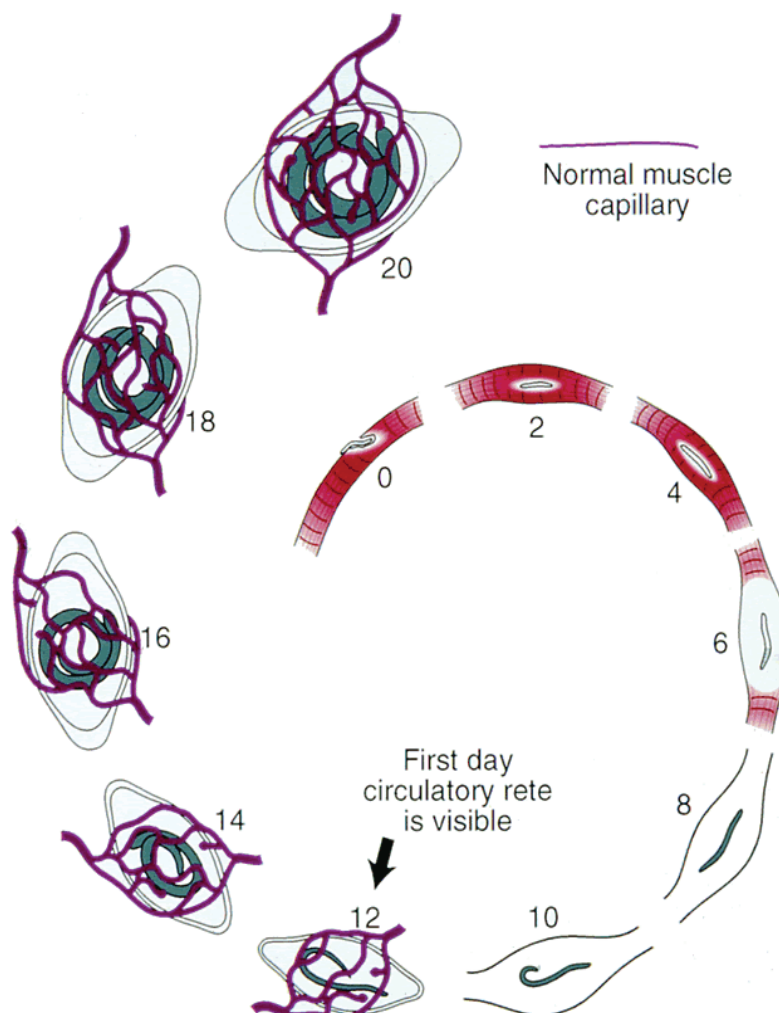


Figura 11. Formación del quiste muscular de *Trichinella* spp. (http://www.trichinella.org/bio_summary.htm).

Este complejo larva-célula nodriza atenúa la respuesta inmune, lo que permite que la larva sea viable durante años (hipobiosis); no obstante, también puede sufrir eventualmente la calcificación (semanas, meses, años) (Despommier *et al.*, 2005; Wranicz *et al.*, 1998; Bruschi y Chiumineto, 2011). En los humanos, la calcificación acontece hacia los 6 meses. El proceso de calcificación parece depender del tipo de órgano afectado, primero se produce la calcificación de la cápsula de colágeno, seguido de la célula nodriza y después la larva. La calcificación de la célula nodriza conduce a la muerte de la larva, pero algunas consiguen sobrevivir durante años en el mismo hospedador (Gottstein *et al.*, 2009). Para que esto ocurra, el parásito inhibe la eficacia específica de la respuesta inmune del hospedador mediante mecanismos moleculares complejos, y en gran parte desconocidos. Existen numerosas investigaciones que intentan secuenciar el genoma de *Trichinella*, esperando identificar los genes los genes y las proteínas específicas de relevancia en esta etapa, pero el conocimiento de los marcadores

de proteínas para la inducción del fenotipo de las células infectadas son limitados (Jasmert *et al.*, 1991; Beiting *et al.*, 2006; Lee y Ko, 2006; Mitreva, 2006).

Los cambios que la larva de *Trichinella* spp. induce en la célula muscular, le permiten perdurar viable durante años, como ya hemos comentado, en un microambiente que ella misma ha modificado, sin provocar la muerte de la célula hospedadora. Si a ello se suma la posibilidad de sobrevivir en anaerobiosis tras la muerte del hospedador, se asegura que la larva permanezca infectiva en la carroña durante varias semanas (a pesar de la putrefacción) transmitiendo la parasitosis a los carroñeros que la ingieran (Pozio, 2000). En este sentido, cabe mencionar un estudio experimental en el que se inoculó a ratones con larvas L1, se sacrificaron y se dejaron a temperatura ambiente, luego por digestión artificial se muestrearon sus cadáveres y los insectos presentes en la descomposición, recuperándose larvas vivas de *Trichinella* en ratón en la primera semana, a la vez que en los insectos se encontraron larvas vivas hasta la cuarta semana, lo cual pone de manifiesto la importancia de los insectos en el mantenimiento de las larvas de *Trichinella* spp. en el medio natural (Riva *et al.*, 2012).

3.2.5. EPIDEMIOLOGÍA

La epidemiología de la triquinelosis es muy compleja debido a las diferentes especies de *Trichinella* que la producen, al gran número de posibles hospedadores y la existencia de distintos ciclos de vida del parásito. Aunque ha disminuido significativamente en las últimas décadas en países desarrollados, en los que se observa una reducción del ciclo doméstico, sigue siendo un riesgo potencial debido a la presencia del ciclo selvático del parásito en la fauna silvestre (Bruschi, 2012).

Se conocen dos ciclos epidemiológicos de *Trichinella* spp., uno doméstico o sinantrópico y otro silvestre o selvático (Campbell, 1983). En Europa, el ciclo doméstico o sinantrópico tiene dos variedades, el ciclo urbano, que se desarrolla entre los cerdos o entre el cerdo y los animales sinantrópicos como la rata común, el perro, el gato y los animales de peletería, siendo un ciclo característico de *T. spiralis* y el ciclo rural, que se produce cuando los cerdos se explotan de modo extensivo en contacto con la fauna silvestre, con lo cual *T. spiralis* se extiende en el medio silvestre, al mismo tiempo que *T. britovi*, típica del ciclo silvestre, puede entrar a formar parte de este ciclo (Pozio *et al.*, 1996; Pozio 2000; Pozio, 2013).

La especie tradicionalmente relacionada con el ciclo doméstico o sinantrópico es *T. spiralis*. Los principales hospedadores son la rata, los carnívoros domésticos (perro y gato), omnívoros (cerdo, hombre) y accidentalmente herbívoros (équidos y rumiantes). Las vías de contagio entre hospedadores herbívoros pueden estar relacionadas con la alimentación de equinos con productos cárnicos contaminados y/o tras la ingestión de restos de cadáveres de roedores parasitados junto con los pastos o alimentos concentrados (Ancelle *et al.*, 1998; Murrell *et al.*, 2004).

Las ratas, debido principalmente a sus hábitos carroñeros son importantes en la transmisión de *Trichinella* a los animales tanto domésticos como silvestres, que se infectan con *T. spiralis* cuando están en contacto con explotaciones porcinas. Pero también mantienen y propagan la parasitosis en la Naturaleza sin contacto con fuentes de infección conocida debido al canibalismo (Leiby *et al.*, 1990; Mikkonen *et al.*, 2005; Takumi *et al.*, 2010; Franssen *et al.*, 2011).

Este ciclo doméstico se produce cuando se llevan a cabo determinadas prácticas, como:

1) Alimentación de animales de consumo con residuos que contienen restos de carne de cerdo (Gamble *et al.*, 2001) consumo de ratas o animales silvestres, basura, carroña o cadáveres que no son retirados a tiempo de las granjas (Pozio y Murrell, 2006). Los cerdos criados al aire libre son más

propensos a infectarse que los cerdos criados en granjas bajo control sanitario. En Argentina, por ejemplo, se comprobó que los cerdos alimentados con productos de desecho que contuviesen carne eran 12,5 veces más propensos a estar parasitados que los cerdos no alimentados con estos residuos (Ribicich *et al.*, 2009). El consumo de este tipo de residuos y la cría extensiva no controlada son, por tanto, una de las principales causas de la transmisión (Malakauskas *et al.*, 2007).

2) La alimentación de animales con las canales de animales de caza o sus despojos (Pozio, 2000; Pozio *et al.*, 2001a)

3) Caballos alimentados con residuos que contienen carne parasitada (Murrell *et al.*, 2004; Licardi *et al.*, 2009). Otras hipótesis contemplan la ingestión de roedores infectados molidos en el forraje o en el concentrado en zonas donde la triquinelosis es endémica, aunque el método de contaminación sigue siendo desconocido (Ancelle, 1998).

4) Perros de trineo alimentados con cadáveres de otros perros en el Ártico (Oivanen *et al.*, 2005; Gottstein, *et al.*, 2009).

5) El uso de animales de peletería sacrificados como alimento para otros animales de pieles en la granja (Miller *et al.*, 2006).

6) El uso de carne de cocodrilos sacrificados para alimentar a otros cocodrilos de granja como se observa en Zimbabwe (Pozio, Foggin *et al.*, 2007).

7) El uso de trozos de carne de cerdo para alimentar a los cocodrilos jóvenes como se demuestra en Papúa Nueva Guinea (Pozio, Owen *et al.*, 2005).

Aunque el ciclo doméstico ha disminuido en las últimas décadas en Europa, la carne de cerdo sigue siendo, junto con la carne de jabalí, la fuente causante de los brotes de triquinelosis humana (Mayer-Scholl *et al.*, 2011), esta carne de cerdo es producida en explotaciones familiares sin control sanitario sobre todo en países del Este de Europa o en explotaciones de cerdos en extensivo donde las condiciones de bioseguridad no son las adecuadas (Franssen *et al.*, 2011), sin embargo en granjas de producción industrial bajo control sanitario no se produce la enfermedad (Pozio, 2014). La carne de caballo fue responsable de un número importante de casos (3.350 casos en 14 brotes) de triquinelosis humana en Francia e Italia entre 1975-1998 (Pozio *et al.*, 1998; Boireau *et al.*, 2000).

Por lo que respecta al ciclo silvestre, selvático o natural, en la Naturaleza, la triquinelosis se presenta como un parásito ampliamente distribuido, presentando un anidamiento natural que afecta a muchas especies de hospedadores silvestres. El parásito circula entre los carnívoros predadores y los omnívoros, incluyendo las especies carroñeras, habiéndose descrito en más de 100 especies de mamíferos (Pozio, 2005, 2013). En este ciclo se ha confirmado la presencia de todas las especies de *Trichinella* incluyendo *T. spiralis*, generalmente debido a un fallo en el manejo de los animales domésticos y silvestres por parte del ser humano (Pozio, 2000).

Entre la fauna silvestre, el jabalí desempeña un papel destacado en la epidemiología de la triquinelosis (Kapel, 2000; Pozio, 2000; Pozio, 2001a); de hecho, está considerado como el hospedador más importante de *T. spiralis* en el ciclo selvático, aunque se han descrito parasitaciones por *T. britovi*, *T. pseudospiralis* y *T. nativa* (Kapel, 2001). Entre otros artiodáctilos, únicamente se conoce la parasitación en un reno de Rusia y en dos corzos de Croacia (Pozio, 2005).

Los carnívoros se consideran el orden de mamíferos que, de forma global, juega el papel más

importante en la epidemiología de la triquinelosis, debido a sus hábitos caníbales y/o carroñeros. De hecho, se han detectado larvas de *Trichinella* spp. en más de 80 especies de carnívoros en todo el mundo, siendo el más estudiado el zorro (Enemark *et al.*, 2000; Pozio y La Rosa, 1991).

Algunos autores han destacado la importancia de *T. britovi* como agente etiológico del ciclo salvaje de la triquinelosis, así como el rol de los zorros como reservorios de este parásito en la Naturaleza (Okulewicz *et al.*, 2005; Pozio y Rossi, 2008; Frey, Schuppers, Müller *et al.*, 2009; Zivojinovic *et al.*, 2013; Tolnai *et al.*, 2014). Por otra parte se ha comprobado que existe comunicación entre los ciclos doméstico y selvático debido al contacto que pueden llegar a tener distintas especies animales que viven próximos al hombre como perros, gatos, roedores y, cada vez más, animales que han ampliado su distribución geográfica y han colonizado nuevas áreas urbanas y periurbanas como los zorros. En este sentido, es importante destacar que el zorro puede ser considerado un centinela para la vigilancia epidemiológica de *Trichinella* spp. en el medio natural (Aoun *et al.*, 2012; Hill *et al.*, 2010; Davidson *et al.*, 2009; Pozio *et al.*, 1996).

En los mustélidos también se ha diagnosticado la presencia de *T. spiralis* y *T. britovi*, por lo que cabe destacar su implicación en el ciclo silvestre (Hurníková *et al.*, 2007; Hurníková y Dubinský, 2009; Moskwa *et al.*, 2012; Oltean *et al.*, 2014).

En España se ha descrito la presencia de dos especies circulantes (*T. spiralis* y *T. britovi*) que se encuentran ampliamente distribuidas y coexisten tanto en el ciclo doméstico como en el selvático (Pérez-Martín *et al.*, 2000; Pozio, 2000). En nuestro país, se tiene constancia de la parasitación por *Trichinella* spp en zorro, lobo, tejón, comadreja, marta, jineta y gato montés (Miquel *et al.*, 1993; Torres *et al.*, 1996; Criado-Fornelio *et al.*, 2000; Perez Matín *et al.*, 2000; Segovia *et al.*, 2001; Torres *et al.*, 2001).

La rata juega un papel importante en la transmisión de *Trichinella* spp. entre el ciclo doméstico y el ciclo selvático, no exento de cierta controversia, ya que unos autores sostienen que este roedor es el que transmite el parásito a los animales domésticos, mientras que otros sospechan que el sentido de la transmisión es al contrario, es decir, que la rata es responsable de la transmisión del agente zoonótico desde el ámbito doméstico o sinantrópico hacia el selvático, como manifiesta algún estudio donde se encuentran ratas parasitadas solo en granjas en las que se ha confirmado la presencia de *Trichinella* spp. (Stojcevic *et al.*, 2004; Hill *et al.*, 2010). Sea en un sentido o en otro, lo que está claro es que los roedores tienen un papel amplificador en la transmisión de la triquinelosis debido a su alta prolificidad y a la transmisión trasplacentaria del parásito como demuestran varios estudios experimentales realizados en ratón (Cosoroaba y Orjanu, 1998a; Boulos *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2005).

Por otra parte, un aspecto epidemiológico destacable es que las larvas de la mosca de la carne (*Dipters sarcophagidae*) pueden ejercer de hospedador paraténico en el ciclo de *Trichinella* spp., aunque su papel en el mantenimiento y dispersión del parásito resulta limitado en comparación con los mamíferos (Maroli y Pozio, 2000)

Uno de los factores biológicos que facilitan la transmisión de la triquinelosis es la capacidad de las larvas I para sobrevivir en cadáveres en descomposición o carroña. De hecho, se han encontrado larvas infectivas de *T. spiralis* en carne podrida al cabo de 4 meses, y larvas de *T. britovi* en carne tras ser mantenida a temperatura ambiente durante 45 días, aunque los tejidos musculares estuvieran completamente autolíticos (Riva *et al.*, 2012). Por otra parte, la gran adaptación de *Trichinella* spp. al medio también se refleja en la supervivencia de las larvas I sometidas a bajas temperaturas en especies como *T. britovi* (Tabla 4), que puede sobrevivir en la carroña congelada hasta un año, mientras que *T. nativa* y *Trichinella* T6 pueden sobrevivir hasta varios años (Gottstein *et al.*, 2009). Es llamativo que

esta resistencia a la congelación se produce principalmente cuando las larvas parasitan la musculatura de los carnívoros (osos, lobos y zorros, entre otras especies), mientras que el tiempo de supervivencia después de la congelación se reduce a unos pocos días o semanas, cuando parasitan otros mamíferos como cerdos y roedores (Gottstein *et al.*, 2009). Además, es importante destacar las implicaciones sanitarias de la resistencia de *T. britovi* a la congelación (Pozio *et al.*, 1993) ya que, por ejemplo, esta especie causó la infección en seis personas en el sur de Francia tras el consumo de carne de jabalí que había sido congelada a -35°C durante 7 días (Gari-Toussaint *et al.*, 2005).

Trichinella spiralis y *Trichinella britovi* son las dos especies más comunes en Europa, con algunas diferencias relacionadas con el hábitat, características y el comportamiento humano de cada país (Dupouy-Camet *et al.*, 2007). En la mayoría de los países europeos está más extendida *T. britovi*, aunque en Finlandia, Alemania, Polonia y España se aísla más frecuentemente *T. spiralis*. La especie más adaptada a los carnívoros silvestres es *T. britovi*, mientras que *T. spiralis* tiene mayor capacidad de adaptación en jabalíes, cerdos y roedores (Pozio, Rinaldi *et al.*, 2009).

Tabla 4. Taxonomía, distribución y características epidemiológicas del género *Trichinella*, (modificado de Pozio, Hobert *et al.*, 2009).

Genotipo	Distribución	Ciclo	Hospedador	Resistencia a la congelación
<i>T. spiralis</i> T1	Cosmopolita	Doméstico y silvestre	Cerdos, ratas; rara vez carnívoros	No
<i>T. nativa</i> T2	Ártico, subártico y áreas de holoártico	Silvestre	Carnívoros terrestres y marinos	Si
<i>T. pseudospiralis</i> T4	Cosmopolita	Silvestre; rara vez doméstico	Mamíferos y aves	No
<i>T. britovi</i> T3	Áreas templadas del paleártico, norte y oeste de África	Silvestre; rara vez doméstico	Carnívoros; rara vez cerdos	Si
<i>T. nelsoni</i> T7	Etiopía	Silvestre	Carnívoros; rara vez cerdos	No
<i>Trichinella</i> T8	Sudáfrica y Namibia	Silvestre	Carnívoros	No
<i>T. murelli</i> T5	Áreas templadas del Neártico	Silvestre	Carnívoros	No
<i>Trichinella</i> T6	Canadá, EE.UU	Silvestre	Carnívoros	Si
<i>Trichinella</i> T9	Japón	Silvestre	Carnívoros	?
<i>T. papuae</i> T10	Papúa, Nueva Guinea y Tailandia	Silvestre	Cerdos y cocodrilos	No
<i>T. zimbabwensis</i> T11	Etiopía, Mozambique y Zimbabwe	Silvestre; rara vez doméstico	Leones, cocodrilos y lagartos monitor	No
<i>Trichinella</i> T12	Argentina	Silvestre	Carnívoros: puma	?

3.2.6. PATOGENIA Y SIGNOS DE LA TRIQUINOSIS

Las parasitaciones leves de *Trichinella* spp. suelen ser asintomáticas en humanos, y las de mayor carga parasitaria cursan con signos bastante inespecíficos, como malestar general, fiebre, diarrea transitoria y náuseas relacionados con la penetración del parásito en la mucosa intestinal y que se pueden confundir fácilmente con otros procesos como, por ejemplo, intoxicaciones alimentarias. La sintomatología varía de acuerdo con la cantidad de larvas ingeridas, el tiempo transcurrido desde la ingestión de carne infectada, la especie de *Trichinella* implicada, así como la capacidad inmunitaria, edad, sexo y el estado de salud del paciente (Capo y Despommier, 1996; Bolas-Fernández, 2003). En lo referente a las especies de animales domésticos y silvestres, hay muy poca información acerca de los signos que provoca la triquinosis, por lo que nos centraremos seguidamente en el cuadro sintomático descrito en personas afectadas por triquinosis (Figura 12). De hecho, en los cerdos, salvo infestaciones masivas, es raro apreciar ningún síntoma que permita sospechar la presencia de la enfermedad (Capo y Despommier, 1996; Despommier *et al.*, 2005).

El período de incubación puede variar desde 5 a 45 días después de la ingestión de carne parasitada, dependiendo de la cantidad de larvas ingeridas. La enfermedad presenta dos fases:

Fase enteral o intestinal. Se inicia a los dos o tres días de ingerir la carne parasitada y en ocasiones los síntomas pueden persistir varias semanas. Esta transitoriedad, unida a la inespecificidad de los síntomas, hacen que en la mayoría de los casos la enfermedad pase desapercibida y no se diagnostique en esta fase, salvo que exista un contexto epidemiológico que haga sospechar de la enfermedad (Gómez *et al.*, 2005; Turk *et al.*, 2006; Akkoc *et al.*, 2009).

En el intestino se produce el desarrollo de las larvas en el epitelio del intestino delgado, ocasionando inflamación local (con infiltración de eosinófilos, neutrófilos y linfocitos) y reducción de la longitud de las vellosidades, con lo que pierden capacidad de absorción de nutrientes, aunque no lo suficiente como para provocar síndrome de malaabsorción. Los primeros días postinfección se caracterizan por una gastroenteritis inespecífica asociada con diarrea, dolor abdominal y vómitos (Capo y Despommier, 1996). La respuesta inflamatoria parece estar influida por la permanencia y fecundidad de los nematodos adultos en el intestino delgado (Sukhdeo y Meerovitch, 1980).

Fase parenteral (migración larvaria). La migración de las larvas y sus metabolitos provoca alteraciones inmunológicas, metabólicas e histológicas. La reacción inmunitaria se caracteriza por la infiltración de células inflamatorias, la eosinofilia es una característica común en la mayoría de los casos de triquinosis. La intensidad y la dinámica del fenómeno eosinofílico son dependientes de la dosis de las larvas, las especies de *Trichinella* implicadas, la susceptibilidad del hospedador a la infección, así como en la instauración del tratamiento (Bruschi y Chiumiento, 2011). La liberación de histamina, la serotonina, la bradiquinina y las prostaglandinas (PGE2, PGD2 y PGJ2) aumenta la permeabilidad de los capilares y se produce una fuga de fluidos (edema tisular), principalmente alrededor de los ojos. Por otra parte, otra de las consecuencias de estos procesos inflamatorios es la vasculitis y trombosis intravascular, lo que representa la principal manifestación patógena en la fase aguda de la triquinosis (Bruschi y Murrell, 2002).

Dupouy-Camet y Bruschi, 2007 describieron las tres modificaciones principales de las células musculares que se producen durante la fase aguda de la parasitación:

1. Transformación de la célula hospedadora en un nuevo fenotipo llamado “célula nodriza”, acompañado por la desaparición de miofibrillas sarcoméricas.

2. Encapsulación de las larvas I (en el caso de las especies encapsuladas).

3. Desarrollo de una red capilar que rodea a la célula infectada.

Durante la fase de migración larvaria se producen la mayoría de las lesiones y la clínica asociada al proceso. Cuando se trata de una presentación leve a moderada la parasitación puede producir mialgia difusa en el 30-100% de los pacientes, parálisis (10-35%), edema periorbital y/o edema facial (15-90%), conjuntivitis (55%), fiebre (30-90%), dolor de cabeza (75%), erupciones en la piel (15-65%) y deglución dificultosa (35%). En parasitaciones masivas, las larvas pueden migrar al azar y penetrar en otras células diferentes del músculo estriado esquelético (por ejemplo, del cerebro, hígado, riñón o corazón). Las lesiones cardiovasculares representan las complicaciones más importantes de la triquinelosis y son particularmente evidentes en los cursos moderados y graves de la enfermedad. Un estudio de 5.268 casos indicó que ocurrieron en el 26% de los pacientes (Neghina R, Neghina A M, y Marincu, 2011). La afectación neurológica puede ocurrir en los pacientes gravemente afectados (Neghina R, Neghina A M, Marincu y Iacobiciu, 2011). En este sentido, los pacientes con afecciones graves sirven a menudo de alarma sanitaria que hace sospechar que se trata de un brote epidémico de triquinelosis humana (Capo y Despommier, 1996; Gómez *et al.*, 2005). Después de la segunda semana de la fase parenteral, la mayoría de los pacientes han desarrollado anticuerpos específicos en suero contra los antígenos secretados por las larvas (Fourestie *et al.*, 1993).

En la fase aguda también pueden surgir complicaciones como el aumento de muertes fetales, en concreto, se ha descrito la transmisión vertical al feto en cuatro mujeres embarazadas, donde se observó la migración trasplacentaria pero, afortunadamente no hubo muerte fetal debido a la protección creada por la inmunidad materna (Nuñez *et al.*, 2008). Por otra parte, durante la convalecencia, los pacientes pueden quejarse de pérdida de audición, de peso, trastornos de la menstruación, pérdida del cabello y las uñas, descamación de la piel, ronquera, afonía y rigidez muscular (Capo y Despommier, 1996).

Las distintas especies de *Trichinella* causan distintos patrones de la enfermedad. Así, los pacientes que sufren un cuadro clínico debido a *T. nativa* (T2) experimentan síntomas relacionados únicamente con la fase enteral de la infección, mientras que los casos debidos a *T. britovi* presentan baja patogenicidad tanto en su fase enteral como parenteral (Murrell y Bruschi, 1994; Romano *et al.*, 2011); de hecho, los pacientes parasitados con *T. britovi* suelen tener una enfermedad más leve con un largo período de incubación y pocos o ningún síntoma intestinal, niveles de CPK más reducidos y menor persistencia de los anticuerpos IgG específicos en comparación con pacientes afectados por *T. spiralis* (Pozio *et al.*, 1993).

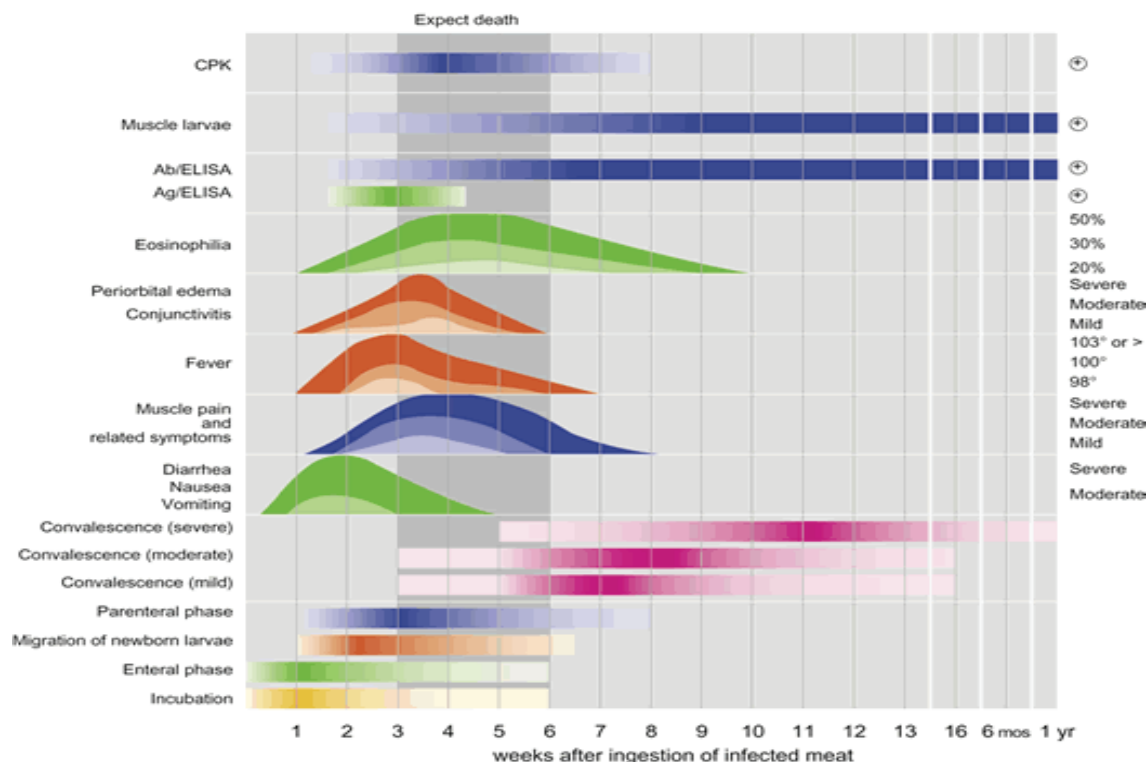


Figura 12. Resumen de las correlaciones clínicas en casos humanos de triquinosis con las distintas fases de la enfermedad (Despommier et al., 2005).

La eosinofilia es uno de los hallazgos de laboratorio más característicos de triquinosis y se correlaciona con la intensidad de la parasitación. Se observa leucocitosis (12.500 a 18.000) con un predominio de eosinófilos (1.400 a 8.700). Solo la fase adulta de *Trichinella* provoca eosinofilia y es máxima durante la tercera o cuarta semana y, por lo general se estabiliza en este momento (Capo y Despommier, 1996). Se observa, además, una elevación en los niveles de enzimas musculares como la creatinina fosfoquinasa (CPK), lactato deshidrogenasa (LDH) y aminotransferasas (Murrell y Bruschi, 1994).

3.2.7. DIAGNÓSTICO

El diagnóstico clínico precoz de la triquinosis, tanto en personas como en animales, es bastante difícil al no presentar signos patognomónicos, por lo que se diagnostica generalmente en la fase tardía de la enfermedad. El retraso en el diagnóstico y tratamiento favorece el establecimiento de las larvas en el tejido muscular y el desarrollo de una cápsula de colágeno, que las aísla de la posible acción de los fármacos (Gottsein et al., 2009). El diagnóstico de la triquinosis debe basarse en tres criterios principales (Kociecka, 2000):

- Hallazgos clínicos (reconocimiento de los signos y/o síntomas de la triquinosis).
- Hallazgos de laboratorio: parámetros de laboratorio no específicos (eosinofilia y enzimas musculares), detección de anticuerpos específicos y/o detección de larvas en una biopsia muscular.
- La investigación epidemiológica (identificación de la fuente, el origen de la infección y estudios de los brotes).

La eosinofilia aparece al principio antes de la aparición de signos clínicos, entre la segunda y la quinta semana de la infección en casi todos los casos de triquinosis. Varios estudios han demostrado que la eosinofilia se correlaciona con el grado de mialgia (Dupouy-Camet y Murrellet, 2007) y es significativamente mayor en personas con complicaciones neurológicas (Fourestie *et al.*, 1993).

Los niveles de enzimas musculares aumentan en sangre también entre la segunda y quinta semana de la infección, lo que indica miositis. Por otra parte, la detección de anticuerpos específicos anti-*Trichinella* en el suero sanguíneo es de gran valor diagnóstico. Durante la etapa aguda de la infección, se observa un aumento de los niveles de IgE en la mayoría de los casos, lo que sugiere que esta clase de anticuerpos se relaciona con reacciones alérgicas como erupción cutánea o edema. Sin embargo, la triquinosis no puede excluirse si esta clase de anticuerpos está ausente. Por lo tanto, la IgE no se considera relevante para el diagnóstico de rutina. El método más comúnmente utilizado para la detección de la parasitación por *Trichinella* en los seres humanos es mediante técnicas ELISA, pudiendo emplearse también la prueba de inmunofluorescencia indirecta (más lenta y cara que el ELISA y, además, con reacciones cruzadas con anticuerpos frente a filarias y *Schistosoma mansoni*) (Robert *et al.*, 1996).

La detección directa de larvas musculares basada en biopsias musculares también confirma el diagnóstico; además, permite la identificación molecular de la especie *Trichinella*, un procedimiento que no es posible mediante técnicas serológicas. La desventaja de este método es que requiere una intervención quirúrgica importante y que la sensibilidad del diagnóstico depende de la cantidad de muestra de músculo (Dupouy-Camet *et al.*, 2002). Por lo general, se recogen 0,2 a 0,5 g del deltoides u otro músculo esquelético. El examen de una biopsia muscular se puede realizar a través de digestión artificial (idéntica a la descrita para los animales) o el análisis histológico mediante una tinción hematoxilina-eosina; en este caso la transformación de las células musculares (basófilas) sirve para el diagnóstico de triquinosis, incluso cuando no se han detectado larvas. Este método es más sensible que triquinoscopia en una etapa temprana de la invasión del músculo, cuando las larvas son muy pequeñas y no pueden ser diferenciadas fácilmente de las fibras musculares (Wranicz *et al.*, 1998).

Las manifestaciones de la triquinosis en la mayoría de las especies pasan inadvertidas o son subclínicas. Por ello, el diagnóstico se basa en métodos que detectan la presencia de larvas en una muestra de tejido muscular esquelético (placas de compresión y digestión artificial), en métodos que detectan en sangre o exudado de músculo la presencia de anticuerpos específicos frente al parásito, o bien en base a la identificación biomolecular del parásito mediante PCR. Seguidamente se enumeran los principales métodos de diagnóstico de *Trichinella* en muestras de musculatura de animales domésticos y silvestres:

Métodos directos. La detección de larvas de *Trichinella* en la inspección de carnes de especies destinadas a consumo humano es obligatoria en muchos países. El método de digestión de muestras colectivas con utilización de un agitador magnético, es el método de detección de referencia empleado en la UE. Para la inspección de canales de cerdo, utilizando el método de digestión, se necesita examinar un mínimo de una muestra de 1 g de músculo de elección, mientras que para la carne de caballo y jabalí se emplean 10 g. El uso de la triquinoscopia convencional no se recomienda debido a la falta de sensibilidad y el hecho de que las larvas de especies no encapsuladas, como *T. pseudospiralis* son muy difíciles de detectar por este método (Kapel, 2005, Dupouy-Camet y Murrell, 2007). Si los músculos de los lugares de elección no están disponibles, se debe emplear mayor cantidad de otros músculos a fin de proporcionar una adecuada sensibilidad. Para los estudios epidemiológicos de animales silvestres que actúan como reservorios, el tamaño de la muestra debe ajustarse a una sensibilidad de menos de 1 larva por gramo, ya que la intensidad de la parasitación en los carnívoros silvestres es muy baja (Gamble *et al.*, 2000). La técnica de digestión artificial permite el examen de un conjunto de

muestras de músculo de hasta 100 g. Las larvas musculares son liberadas después de someter el tejido muscular a la acción de un líquido de digestión artificial compuesto por pepsina y de ácido clorhídrico; posteriormente se procede a la filtración, sedimentación y examen microscópico final para determinar la presencia de larvas I. La técnica se explica con mayor detalle en el apartado de material y métodos.

Métodos Indirectos. Cuentan con las técnicas moleculares (PCR) para la identificación individual de las larvas I y técnicas serológicas, menos fiables pero rápidas y aplicables a un lote grande de animales. Las técnicas moleculares se usan para identificar la especie o genotipo de *Trichinella* necesario en los estudios epidemiológicos. Para este propósito, se ha desarrollado una técnica de PCR múltiple que es una prueba molecular sensible, de bajo costo y rápida que puede identificar de forma inequívoca una sola larva a nivel de especies y el genotipo (Pozio y La Rosa, 2003).

Las técnicas serológicas permiten detectar la presencia de anticuerpos anti-*Trichinella* en el suero o en el exudado de la carne. De acuerdo con la ICT, los métodos indirectos no se recomiendan como sustitutos de la inspección de la carne de canales individuales (Gamble *et al.*, 2000); sin embargo la serología se considera adecuada para las investigaciones de vigilancia epidemiológica. El momento de la seroconversión después de una infección primaria depende de la dosis de infección y la carga de larvas en el músculo, como se ha demostrado en estudios experimentales con diferentes especies de *Trichinella* en distintos hospedadores como cerdos, caballos, jabalíes y zorros. Esto da lugar a que en la fase temprana de la infección puedan aparecer falsos negativos en comparación con los métodos directos (detección de larvas). El método más comúnmente utilizado para la detección de la infección por *Trichinella* es la técnica ELISA debido principalmente a la sensibilidad, que permite la detección de un nivel de infección tan bajo como 1 larva por 100 g de tejido muscular (OIE, 2014). La especificidad de ELISA se ha mejorado mediante la utilización de antígenos sintéticos que ofrecen las ventajas de estabilidad y normalización. Presenta además, una especificidad de la prueba mayor en muchos hospedadores aunque es menos sensible; aún así, puede ser utilizado para las pruebas de confirmación (Moller *et al.*, 2005). En un estudio para validar las pruebas ELISA en cerdos utilizando antígeno sintético y natural, se observó que la sensibilidad y especificidad utilizando el antígeno sintético es tan buena o mejor que utilizando el antígeno natural (Forbes *et al.*, 2004).

En la 13ª Conferencia Internacional de Triquinosis celebrada en China en 2011, se presentó un nuevo método de diagnóstico desarrollado por Bio-Rad para la detección de anticuerpos específicos frente a *Trichinella* spp. en carne de cerdo. Se denomina Trichin-L y precisa también de una digestión preliminar de la carne, pero el proceso de sedimentación del método de digestión oficial se sustituye por un proceso de filtración simple en membrana de nailon y posteriormente unas bolas de látex recubiertas de anticuerpos específicos anti-*Trichinella* pueden detectar pequeñas cantidades de antígeno. Permite detectar una larva en 100 g de carne acortando en 50 minutos la detección con respecto al método oficial. El método fue evaluado por el Laboratorio Internacional de Referencia de *Trichinella* en Italia y está pendiente de su aprobación por la UE (Interisano *et al.*, 2013).

En un estudio realizado en Italia a partir de jugo muscular de 1.462 jabalíes se concluye que el uso combinado de ELISA y Western Blot tienen una sensibilidad 31,4 veces mayor que la digestión artificial, lo que sugiere su uso para la vigilancia de *Trichinella* en jabalí (Gómez-Morales *et al.*, 2014).

3.2.8. TRATAMIENTO Y PROFILAXIS

Tratamiento. El tratamiento antihelmíntico en personas es útil en la fase enteral de la infección, disminuyendo la carga de larvas en el intestino y, secundariamente, su posterior migración y enquistamiento. Sin embargo, su efectividad contra las larvas que ya han migrado al músculo resulta cuestionable (Pozio, Gómez-Morales *et al.*, 2003). La terapia antihelmíntica de elección habitualmente se basa en el empleo de albendazol, mebendazol (más efectivos y mejor tolerados), así como el flubendazol, tiabendazol o embonato de pirantel. El uso de estos fármacos está contraindicado durante el embarazo y la lactancia; tampoco se recomiendan en niños menores de 2 años (Bruschi *et al.*, 2002).

También en medicina humana, los corticoides sistémicos están indicados en las formas graves de la enfermedad para prevenir las reacciones de hipersensibilidad (reacciones tipo Jarisch Herxheimer), derivadas de la destrucción masiva de los parásitos por el tratamiento antihelmíntico (Wang y Cui, 2008).

Profilaxis. Desde el punto de vista de salud pública, para una correcta prevención de la aparición de la triquinosis humana, resulta fundamental un correcto manejo de los productos cárnicos:

- a. Consumiendo carne y productos cárnicos controlados sanitariamente en los que se realiza sistemáticamente la investigación de *Trichinella*.
- b. Aplicando determinados tratamientos térmicos a la carne y los productos cárnicos (Pozio y Murrell, 2006). El calor destruye las larvas, pero para garantizar su muerte es necesario cocer o asar la carne hasta que se alcancen en el interior de las piezas temperaturas como mínimo de 80 °C durante cinco minutos.

La congelación a temperaturas muy bajas y durante mucho tiempo también destruye las larvas del parásito. Para piezas de grosor inferior a 15 cm es necesario mantenerlas como mínimo 30 días a -15°C ó 10 días a -25°C. Los trozos más gruesos necesitan mayor tiempo. Sin embargo, no se recomienda aplicar este método en los hogares porque varía mucho la destrucción en función del grosor de las piezas de carne y de los tipos de congeladores domésticos, de manera que no se tiene una garantía total de inactivación de las larvas (Pozio, Mesina *et al.*, 2006; Randazzo *et al.*, 2011).

3.3. DISTRIBUCIÓN DE *Trichinella* spp. EN LA FAUNA SILVESTRE

3.3.1. SITUACIÓN EN EUROPA

Veintidós países de la UE notificaron datos de triquinosis en fauna silvestre principalmente en perro mapache, oso y zorro en el año 2013. Según el último informe publicado en 2013 por la EFSA, la prevalencia en los **zorros** fue de 2,1 %. De aquellos países que notificaron casos en fauna silvestre destaca Bulgaria (100%, pero con pocos animales muestreados, en concreto 9 animales). La prevalencia más alta corresponde a Finlandia (36,14 %) y Eslovaquia (10,61 %). En la mayoría de los zorros positivos no se llegó a determinar la especie de *Trichinella* pero se aislaron las 4 especies presentes en Europa con claro predominio de *T. britovi*. En cuanto a los **lobos**, Finlandia, Italia y Suecia informaron en el período 2007-2009 una positividad de 36,6%, 9,1 % y 7,5 % respectivamente. En total, 208 lobos fueron analizados el 20,2 % fueron positivos (EFSA, 2011).

En 2013 la mayor cantidad de muestras positivas corresponden al perro mapache (Figura 13)

(Finlandia y Letonia notificaron la mayor parte), seguido de oso (EFSA, 2015).

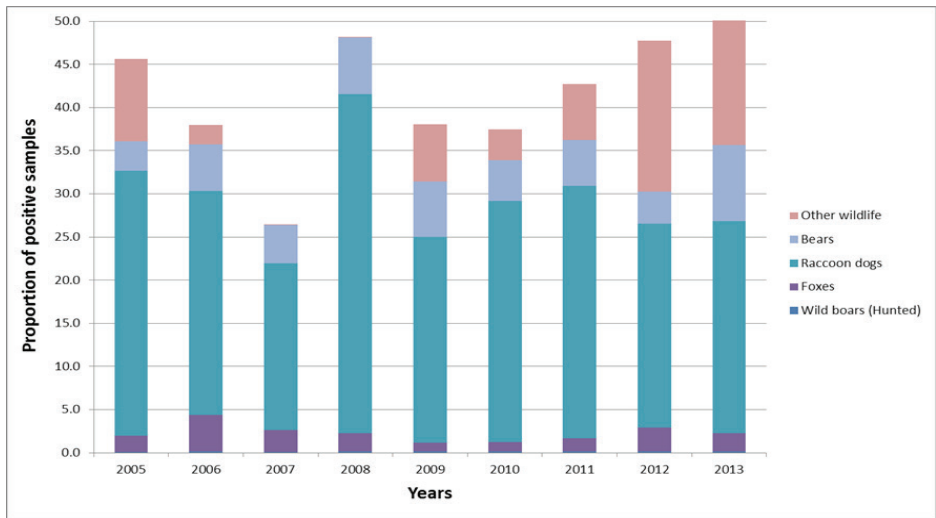


Figura 13. Positividad de *Trichinella* spp. en distintas especies de fauna silvestre en Europa (EFSA, 2015).

En jabalí se notificó un nivel de prevalencia de 0,1% similar a la de años anteriores. La mayoría de los animales positivos fueron notificados por países del este de Europa (76,5%). Polonia y Rumanía representaron el 33,7%, y 12,6% respectivamente. España informó del 21,8% de las muestras positivas. En el 47,8% no se llegó a determinar la especie de *Trichinella* pero se aisló *T.spiralis* (30,7%) y *T. britovi* (20,9%).



Figura 14. Prevalencias de *Trichinella* spp. en jabalí en Europa en 2013 (EFSA, 2015).

En **fauna silvestre distinta del jabalí** registraron casos positivos 22 EM, correspondiendo a Finlandia la mayoría de los positivos siendo el perro mapache un hospedador importante de *Trichinella*. Entre los carnívoros silvestres se aislaron las 4 especies europeas (*T. spiralis*, *T. britovi*, *T. pseudospiralis* y *T. nativa*), siendo esta última la causante de una parte importante de las parasitaciones (EFSA, 2015).

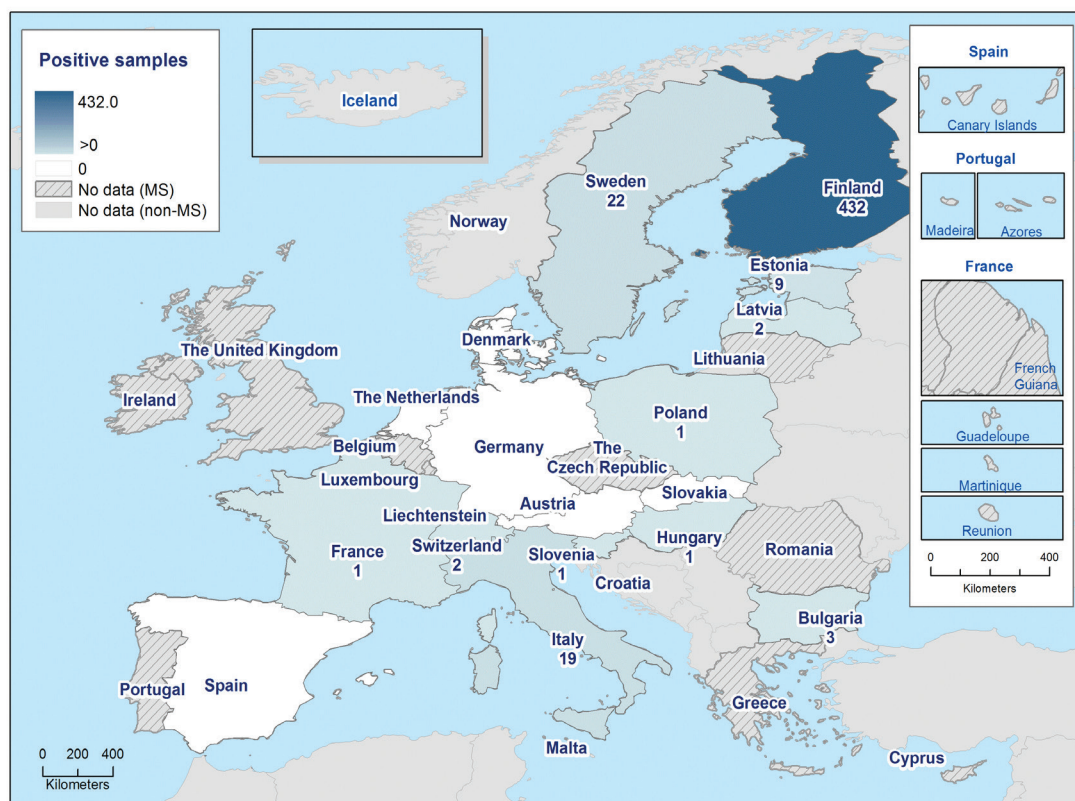


Figura 15. Hallazgos de *Trichinella* spp. en la vida silvestre (excluyendo jabalí cazado) en 2013 (EFSA, 2015).

3.3.1.1. Europa del Este

En **Hungría**, en 2008 un estudio en zorro registró *T. britovi*, *T. spiralis* y *T. pseudospiralis* y, aunque la prevalencia fue del 1,8%, demostró que hay distintas zonas de riesgo, siendo las del noreste fronterizas con Eslovaquia y Ucrania las de mayor prevalencia, y las zonas del centro y noroeste las de menor (Széll *et al.*, 2008).

En 2012 se notificaron 16 casos en jabalí de un total de 69 examinados (23,18%), siendo la especie más abundante *T. britovi*. En zorro se notificaron 12 positivos de 615 (1,95%) (EFSA, 2014).

En **Rumanía** entre los años 2000 a 2005 se realizó un estudio para identificar mediante PCR la especie de *Trichinella* circulante entre los animales silvestres y domésticos, resultando *T. spiralis* la especie presente en los animales domésticos, mientras que *T. britovi* fue más prevalente en los silvestres. No se encontraron infecciones mixtas. La mayor prevalencia de *Trichinella* correspondió al lobo (11/35; 31%), al gato silvestre europeo (4/28; 14%), y al zorro rojo (5/71; 7%). En Rumanía las dos especies estaban presentes en todos los condados estudiados (Blaga, Durand *et al.*, 2009). También se aisló *T. britovi* en un chacal dorado (*Canis aureus*) (Blaga *et al.*, 2008).

También en Rumanía, durante el año 2011, se detectaron un total de 92 jabalíes positivos de 7.308 (1,26%), así como 12 osos de 119 (10,1%) (EFSA, 2013). En 2012 se notificaron 107 casos en jabalí (1,78%), correspondiendo 57 casos a *T. britovi*, 19 a *T. spiralis* y 33 sin identificar. Se notificó, además, la positividad también en 9 osos pardos de un total de 58 animales examinados (15,5%) (EFSA, 2014).

En **Croacia**, en el período 1996-2007 un estudio realizado en 67 lobos registró una positividad del 31%. La especie predominante fue *T. britovi* aunque también estaba presente *T. spiralis* (Beck, R., Beck, A., Kusak *et al.*, 2009).

En **Polonia**, durante el período 1997-2004 fueron analizados 56.462 jabalíes y 505 zorros, y se detectaron unas prevalencias para *Trichinella* de 4,4% en zorro y entre 0,2-0,9% para el jabalí (Balicka-Ramisz *et al.*, 2007). *T. britovi* es la especie dominante en los zorros rojos y *T. spiralis* en jabalíes y cerdos (Cabaj, 2006). En un estudio realizado entre los años 2009-2012 para identificar las especies de *Trichinella* presentes en jabalí, resultó *T. spiralis* (75,2 %) más frecuente que *T. britovi* (23,8 %). La relación 3:1 de estas especies fue similar a la observada en los jabalíes analizados de Alemania según datos del ICT y en España (3,5:1) (Serrano *et al.*, 1998). Las infecciones mixtas por *T. spiralis* y *T. britovi* representan solo el 1% de las muestras con *Trichinella* (Bilska-Zajac *et al.*, 2013).

En otro estudio realizado al noreste de Polonia, se confirmó la presencia de *T. britovi* en una marta (*Martes martes*), un tejón (*Meles meles*), así como en zorros y jabalíes (Moskwa *et al.*, 2012). En este país de Europa del este se detectó *Trichinella* en 44 zorros de 1.634 analizados en 2010 (2,7%), y se aisló *T. nativa* en uno de los zorros positivos (Chmurzyńska *et al.*, 2013). Es de destacar que en el sur de Polonia se detectó un zorro positivo a *T. pseudospiralis* (Gawor, 2013; Moskwa *et al.*, 2013).

En el año 2012 se registraron en Polonia un total de 442 casos positivos en jabalí (0,4%), 131 casos correspondieron a *T. spiralis*; en el resto de casos no se especificó la especie. En este mismo año, se detectaron larvas de *Trichinella* en 11 zorros (prevalencia del 4,2%) (EFSA, 2014).

En **Bulgaria**, entre 1995 y 2000 se estudió la presencia de *Trichinella* spp. en carnívoros silvestres; fueron analizados mediante triquinoscopía: 78 zorros, 45 chacales, 18 lobos, 21 martas, 16 gatos salvajes, 6 tejones y 2 nutrias. La mayor prevalencia fue encontrada en martas (61,9%), seguida por la detectada en zorros (42,3%), el tejón (33,3%), chacales (33,3%), el gato montés (31,3%) y los lobos (22,2%). Las muestras de nutrias fueron negativas (Georgieva *et al.*, 2000). Según el informe de la EFSA (2014), en el año 2012 presentó una positividad alta (10,57%). De los 79 jabalíes positivos, en 9 casos se aisló *T. britovi* y para el resto no se especifica. También está presente en zorro, siendo positivos 3 de los 4 zorros analizados en 2012 (75,0%) (EFSA, 2014).

En **Serbia**, donde existe una alta prevalencia de triquinosis en cerdo, se detectó la presencia de *T. spiralis* en zorro, chacal y gato montés y la presencia de *T. britovi* en zorro y lobo (Cvetkovic *et al.*, 2011). Un estudio realizado en el período 2009-2010 en fauna silvestre, reveló parasitaciones de *Trichinella* en 11 de 94 jabalíes (11,7%), en 7 zorros de un total de 57 animales examinados (12,3%), en 7 de cada 13 chacales dorados (53,8%), y en los tres lobos examinados. Las especies identificadas fueron *T. spiralis* y *T. britovi*, esta última en el 31% de los aislados, *T. spiralis* en el 53% y se observaron infecciones mixtas en 16% de los animales examinados (Zivojinovic *et al.*, 2013). Durante el período 2006-2013 se estudiaron 116 lobos y se encontró una prevalencia del 46,5%. La especie aislada fue *T. britovi* (Teodorovic *et al.*, 2014).

En **Eslovaquia**, un estudio que se inició en el año 2007 en carnívoros silvestres en el Parque Nacional de Tatras, ubicado en el norte del país, detectó larvas de *Trichinella* en el 16,7% de los zorros, el 37,9% de las martas, el 33,3% de los hurones, en un oso y un lince. Todos los animales estaban parasitados

por *T. britovi* (Hurníková *et al.*, 2009). El zorro y el jabalí son las principales especies hospedadoras y *T. britovi* es la especie predominante. La infección por *T. spiralis* solo se produce de forma esporádica. También han sido detectadas parasitaciones mixtas de *T. britovi* y *T. pseudospiralis*, registrándose un caso en un jabalí cazado en 2005 en la zona oriental de Eslovaquia, y en 2006 en un zorro rojo de la misma región, además de un brote de *T. pseudospiralis* en una granja de cerdos en el mismo distrito (Hurníková *et al.*, 2009).

Entre 2007-2010 se realizó en Eslovaquia un estudio en 51.370 jabalíes, y se detectó una prevalencia de 0,02%, en tanto que en zorros la prevalencia fue mayor (4,86%) (Kabinová *et al.*, 2011). En 2012 se notificó positividad en jabalí (0,07%), y las especies encontradas fueron *T. britovi* (7 casos), *T. nativa* (2 casos) y un caso en el que no pudo ser identificada la especie del parásito involucrada; ese mismo año, la positividad fue más alta en zorro (9,9%) (EFSA, 2014).

En **Estonia**, se estudió la prevalencia de *Trichinella* en animales de granja de peletería (zorro, visón y perro mapache), y fueron aisladas *T. britovi* y *T. nativa*. Además, también estaban parasitadas las ratas de la granja estudiada, por lo que se piensa que pudieron servir de vector al ser ingeridas con el alimento; de hecho, los autores del estudio indican que, en el caso de *T. nativa*, la transmisión podría deberse al hecho de que los animales de peletería son alimentados con carne de carnívoros cazados (Miller *et al.*, 2006).

En **Lituania**, la prevalencia de *Trichinella* en zorro y perro mapache es de 46,6% y 29,3%, respectivamente (Bružinskaitė-Schmidhalter *et al.*, 2012). Además, en 2012 se detectaron 82 jabalíes positivos de 26.655 (0,308%) y en 9 casos se aisló *T. spiralis*.

En **Letonia** durante el período 2003-2008 se estudiaron 34 lobos con resultados de prevalencia del 69,7% (Bagrade *et al.*, 2009).

En **Lituania, Letonia y Estonia**, los principales reservorios silvestres de la triquinosis son el zorro y el perro mapache, con una positividad del 28,9% y 42%, respectivamente. Se registró la presencia de *T. spiralis* entre la fauna silvestre en regiones donde existe el ciclo doméstico, lo que demuestra la transmisión del parásito entre los dos ciclos (Malakauskas *et al.*, 2007). Letonia notificó en 2012, 68 jabalíes positivos de 3.836 (1,77%), en tanto que en Estonia se detectaron 26 jabalíes positivos de un total de 3.976 (0,654%), en los que se identificaron *T. britovi*, *T. nativa* y *T. pseudospiralis*, así como un caso de infección mixta de *T. nativa* y *T. britovi*. También ha sido confirmada la presencia del parásito en el oso pardo (EFSA, 2014).

En **Finlandia**, entre 1999 y 2005 se detectaron 617 animales silvestres positivos (prevalencia del 24,8%) y se identificaron 4 especies diferentes: *T. nativa*, *T. spiralis*, *T. britovi* y *T. pseudospiralis*. La especie más frecuente fue *T. nativa* (74% de los casos positivos), *T. spiralis* (12%), *T. britovi* (6%), *T. pseudospiralis* (1%) y en el 7% de los animales positivos se identificaron infecciones mixtas. En Finlandia, los perros mapaches y los zorros rojos son los reservorios más importantes de *Trichinella* (Oivanen *et al.*, 2002; Airas *et al.*, 2010). En 2012, aunque no se notificaron casos en humanos ni en cerdos, los estudios realizados en este país indican que *Trichinella* está presente en el zorro (prevalencia del 17,8%), oso (2,2%), perro mapache (32,8%) y otros carnívoros (46,2%) (EFSA, 2014).

3.3.1.2. Europa del Norte y Central

En **Alemania** en el período 2002-2011, se encontró *Trichinella* en 27 zorros. Las especies aisladas fueron: *T. spiralis* en 15 zorros (una coinfección con *T. britovi* y otra con *T. pseudospiralis*), *T. britovi* en

8 zorros, *T. pseudospiralis* en un zorro y *T. nativa* se detectó en 3 zorros (una coinfección con *T. spiralis*) (Chmurzyńska *et al.*, 2013).

En los animales silvestres de Alemania, la presencia de *Trichinella* ha sido conformada en jabalíes, zorros y perros mapaches (Jansen *et al.*, 2008). En la zona noreste del país existe desde el 2005 un aumento de la prevalencia de triquinosis en jabalí que puede estar asociado con la propagación de los perros mapache en esta región (Pannwitz *et al.*, 2010). En 2012, Alemania notificó 38 zorros positivos a *Trichinella* (2,2%) y 6 jabalíes (0,003%), entre los que se aisló *T. spiralis* (EFSA, 2014).

En **Holanda** se analizaron 429 zorros y se detectó la presencia de *T. britovi* con unas prevalencias que variaron entre 1,3-13,1%, según la zona de procedencia de los animales (Van der Giessen *et al.*, 2001). En un estudio reciente, en este mismo país europeo, durante el período 2006-2013 se analizaron 369 zorros rojos con una prevalencia de 0,2% y fueron identificadas *T. britovi* y *T. nativa* (Franssen *et al.*, 2014).

En **Suiza** *T. britovi* es la especie que ha sido descrita en la fauna silvestre (Frey, Schuppers, Eidam *et al.*, 2009). Este estudio coincide con otro realizado en zorro y lince del país helvético, en el que se indica que todos los aislados de larvas musculares detectadas en 21 zorros (1,6%) y 15 linceas (27,3%), corresponden a *T. britovi* (Frey, Schuppers, Müllers *et al.*, 2009).

En **Francia** se identificó *T. britovi* en un brote por consumo de carne de jabalí congelada en 2005 (Gari-Toussaint *et al.*, 2005). En el período 2006-2009 fueron examinados 108 zorros rojos y 894 jabalíes en Haut-Var, encontrándose una prevalencia de *T. britovi* de 2,7 y 0%, respectivamente (Aoun *et al.*, 2012). En 2012 se notificaron dos casos positivos en jabalí (0,005%), siendo *T. britovi* la especie aislada; uno de los jabalíes fue cazado en España (EFSA, 2014).

En la isla de Córcega se analizaron músculos de diafragma de 1.881 jabalíes y 74 muestras extraídas de la extremidad anterior de zorros, no identificándose ninguna larva de *Trichinella*. Además, en este mismo estudio se utilizó una técnica ELISA en fluidos musculares de 1.492 jabalíes y resultó una prevalencia de 2,01% (Richomme *et al.*, 2010).

En **Gran Bretaña**, dos estudios separados, realizados entre 1999-2001 (Smith *et al.*, 2003) y 2003-2007, en los que se analizaron más de 3.500 zorros, revelaron que la prevalencia de *Trichinella* en los zorros es menor a 0,001% (Zimmer *et al.*, 2008).

Por último, en **Irlanda** se estudiaron 443 zorros, y fue aislada *T. spiralis* (prevalencia de 0,2%) (Zimmer *et al.*, 2009).

3.3.1.3. Europa del Sur

En **Italia** se realizó un estudio de zorro rojo, garduña y tejón con prevalencias de 3,5%, 7,9% y 1,9% respectivamente. Todas las larvas fueron identificadas como *T. britovi*. Se estudiaron también los hábitos alimenticios del zorro mediante análisis de heces, observando que es capaz de utilizar varios recursos tróficos tanto de origen animal como vegetal (frutas silvestres, roedores y carroña forman la mayor parte de la dieta) (Remonti *et al.*, 2005).

También en Italia, se han realizado estudios mediante infecciones experimentales con tres especies distintas de *Trichinella* en la nutria, con el fin de evaluar la susceptibilidad y el posible papel epidemiológico de esta especie de carnívoro en la propagación de *Trichinella* spp. en la Naturaleza,

observando una susceptibilidad significativa a la infección. La nutria está presente en muchas zonas húmedas de Italia y su carne es utilizada como alimento en algunos países, de manera que se concluye que el consumo de su carne podría ser responsable de la transmisión del parásito al hombre (Moretti *et al.*, 2001).

En 2010 se detectaron larvas de *T. pseudospiralis* en tres jabalíes de dos regiones del norte de Italia. Uno de los jabalíes infectados fue cazado en la región de Emilia Romagna y los otros dos fueron criados al aire libre en una pequeña granja de una familia de la región de Friuli Venezia Giulia. Estos nuevos datos epidemiológicos refuerzan el papel del jabalí como el principal reservorio de *T. pseudospiralis* en Europa (Meriardi *et al.*, 2011). En otro estudio realizado durante el período 2006-2012 en Italia, se registró una prevalencia de *Trichinella* en jabalí de 0,017%, y la especie aislada fue *T. britovi* (Gómez-Morales *et al.*, 2014). En 2012 Italia informó de dos casos en jabalí (0,047%) y 10 en zorro (0,3%) (EFSA, 2014). Y, en la isla de Cerdeña el análisis de 6.188 jabalíes y 13 zorros rojos no detectó la presencia de *Trichinella* (Pozio, Cossu *et al.*, 2009).

En un estudio realizado en **Portugal**, se examinaron 189 jabalíes y 217 carnívoros (206 zorros, 3 tejones, 7 meloncillos y 1 garduña) de Alentejo, Beira Interior y Tras-os-Montes y Alto Douro, y solo se encontró *Trichinella* en el 4,7% de los zorros (Magalhães *et al.*, 2004). En otro estudio en carnívoros silvestres en el norte de Portugal (10 lobos y 12 zorros), se encontró el parásito en el 9,1% de los zorros (Silva, 2010). Entre 2008-2010 se analizaron 47 zorros y se obtuvo una prevalencia de 2,1% y fue aislada *T. britovi* (Lopes *et al.*, 2015).

3.3.2. SITUACIÓN EN ESPAÑA

En España se lleva a cabo el Programa Nacional de Vigilancia en Fauna Silvestre (PVFS) a fin de conocer la situación sanitaria de la fauna silvestre de nuestro país respecto a una serie de agentes infectocontagiosos considerados relevantes, bien porque afectan al estatus sanitario de la cabaña ganadera, bien porque son causantes de zoonosis. Entre estos agentes está *Trichinella* spp. A lo largo de estos últimos años, se han hecho varios estudios para investigar la presencia de este parásito en la fauna silvestre, en distintas zonas. Seguidamente repasaremos los resultados de dichos estudios.

En la campaña de caza 2007-2008 de jabalí, en los **Montes de Toledo** se detectó una prevalencia de 0,77% para *T. spiralis* (García-Sánchez *et al.*, 2009).

Una prevalencia similar muestra el estudio llevado a cabo en **Extremadura** en jabalí y zorro, donde se encuentra que la prevalencia en el jabalí es del 0,3% mientras que el zorro corresponde a un 3%. En este estudio la especie predominante en el jabalí fue *T. spiralis*, en tanto que en el zorro fue *T. britovi* (Pérez-Martín *et al.*, 2000). Cabe destacar que, en otro estudio realizado en Extremadura, se detectó una coinfección de *T. britovi* y *T. spiralis* en un jabalí cazado en la provincia de Cáceres (Rodríguez *et al.*, 2008).

En la provincia de **Ciudad Real**, durante las temporadas de caza de 1998-1999 a 2009-2010, la prevalencia media de *Trichinella* spp. en 95.070 jabalíes fue de 0,2% (Boadella *et al.*, 2012). También en Castilla-La Mancha, y en concreto en la provincia de **Guadalajara**, se estudiaron 47 zorros y se encontró un número alto de animales con *T. spiralis* (8,9%) (Criado-Fornelio *et al.*, 2000).

En **Cataluña** se analizaron los zorros cazados entre 1998-2007, resultando una baja prevalencia, en torno al 0,3%, comprobándose que los animales positivos procedían de zonas rurales (López-Olvera *et al.*, 2011). Además en esta misma comunidad autónoma, se ha detectado la presencia de *Trichinella*

en tejón (Miquel *et al.*, 1993).

Por lo que respecta al noroeste de España, en un estudio realizado en zorros cazados en **Galicia**, se detectó la presencia de *Trichinella* en 5 ejemplares (prevalencia del 0,71%) (Fidalgo *et al.*, 2009).

En general, en los estudios realizados en fauna silvestre mediante PCR se observan variaciones intraespecíficas de *T. britovi*, lo que sugiere que esta especie es endémica de la Península Ibérica. Por el contrario, en estos estudios se ha comprobado que los aislamientos de *T. spiralis* son homogéneos si se comparan las prevalencias entre especies hospedadoras, por lo que se cree que es una especie de *Trichinella* de reciente introducción; de hecho se cree que fue introducida en Europa con la domesticación del cerdo que provenía de Asia (Rosenthal *et al.*, 2008; Fonseca-Salamanca *et al.*, 2009; Perteguer *et al.*, 2009). En España, *T. britovi* es la especie más común en carnívoros silvestres, mientras que *T. spiralis* es más frecuente en jabalíes, cerdos y roedores (Gamito-Santos *et al.*, 2009; Pozio, Rinaldi *et al.*, 2009).

A este respecto, debemos destacar que las condiciones ambientales y el comportamiento humano influyen en la distribución de las especies de *Trichinella*. Por ejemplo, en Francia e Italia *T. britovi* está presente entre los carnívoros silvestres en zonas de montaña, siendo el zorro el principal reservorio del ciclo silvestre, en tanto que el jabalí es poco frecuente; además, en las zonas bajas no suelen detectarse casos de animales con triquinosis, al no existir el ciclo doméstico. Sin embargo, si comparamos este patrón epidemiológico con el descrito en Extremadura, se comprueba que en esta región de nuestro país coexisten el ciclo doméstico y el silvestre, caracterizado porque *T. spiralis* está presente en el ciclo doméstico y, además, muestra una tendencia a aumentar su prevalencia en el jabalí, mientras que *T. britovi* es la especie más prevalente en carnívoros silvestres, manteniendo su ciclo selvático gracias a estos hospedadores. En este sentido, hay estudios que indican que el ciclo doméstico de *T. spiralis* se produce solo en las zonas rurales de Europa Occidental, en asociación con las prácticas de cría tradicional del cerdo, pero no en las granjas industriales de cerdos (Pozio *et al.*, 1996).

Si atendemos a los casos notificados de triquinosis en especies silvestres en nuestro país, destaca que la mayoría de los animales parasitados son jabalíes (Tabla 5). De hecho, analizando los datos más recientes comprobamos que en 2012 fueron analizados 123.597 jabalíes de los que resultaron positivos 245, lo que equivale a una prevalencia media en España de 0,20%, oscilando entre el 0% de Asturias, Cantabria, Valencia y Murcia, y el 0,45% de La Rioja. Las especies causantes fueron identificadas solo en 24 animales, que correspondieron 14 a *T. spiralis* y 10 a *T. britovi* (EFSA, 2014). En 2013 se analizaron 117.552 animales, resultando 257 positivos, siendo las especies implicadas *T. spiralis* y *T. britovi* (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012, 2013).

Tabla 5. Número de casos confirmados de triquinosis en España (EFSA 2015).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Humanos	27	7	10	18	10	23
Cerdos	77	64	25	10	115	55
Jabalíes	182	104	160	176	245	257

Por lo que respecta a la detección de *Trichinella* spp. en especies de carnívoros silvestres, en un estudio realizado con una muestra de 26 tejones en el País Vasco, no se encontraron animales positivos (Millán *et al.*, 2004). Sin embargo, en esta misma especie de hospedador, otro estudio realizado en 85

tejones procedentes de la zona mediterránea española refleja una prevalencia de 2,1%, aunque no se identificó la especie de *Trichinella* (Torres *et al.*, 2001).

Un estudio llevado a cabo por Torres *et al.* (1996) sobre 168 comadreas (*Mustela nivalis*) en 29 provincias españolas reveló casos de *Trichinella* en la provincia de Ávila con una prevalencia de 0,6%, lo que demuestra que esta especie de mustélido también participa en el mantenimiento del ciclo selvático de la triquinelosis.

Si nos centramos en el lobo como hospedador de *Trichinella* spp., en nuestro país se han llevado a cabo varios estudios en la mitad septentrional de la Península Ibérica. En concreto, Torres *et al.* (2000) detectaron la presencia de *Trichinella* en 4 de los 19 lobos analizados (prevalencia del 21%), con similares prevalencias en los lobos de Asturias (21,4%) y Castilla-León (20,0%). En otro estudio realizado en el noroeste de España, fueron analizados 47 lobos en el período 1993-1999 y se aisló *T. britovi* en el 12,8% de los animales examinados (Segovia *et al.*, 2001).

En 2012 fueron analizados para triquinelosis 123.597 jabalíes de los que resultaron positivos 245 (prevalencia media para España de 0,20%, oscilando entre el 0% de Asturias, Cantabria, Valencia y Murcia y el 0,45% de La Rioja). En 2013 se analizaron 117.552 animales, con 257 positivos, siendo las especies implicadas *T. spiralis* y *T. britovi* (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012, 2013).

Para evitar extendernos y hacer excesivamente largo este apartado, a continuación presentamos de forma resumida las principales referencias bibliográficas en relación a la triquinelosis en distintas especies silvestres (jabalí, zorro, lobo, mustélidos y prociónidos) reflejando las especies de *Trichinella* aisladas, autores del estudio, año, prevalencia, tamaño muestral y algún otro dato de relevancia.

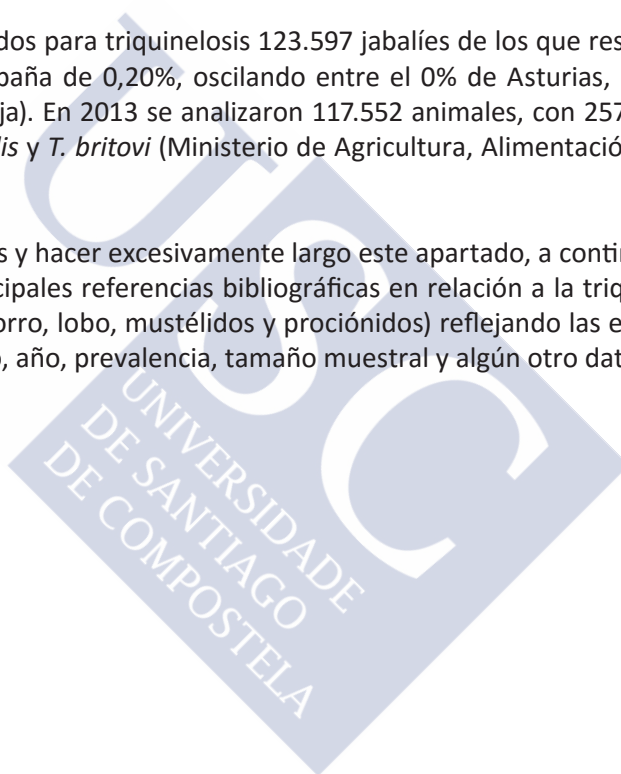


Tabla 6. Referencias bibliográficas encontradas de aislamiento de *Trichinella* spp. en jabalí en Europa.

	ESPECIE <i>Trichinella</i>	AUTORES y AÑO	n	PREVALENCIA (%)	OBSERVACIONES
Alemania	<i>T. spiralis</i> + <i>T. pseudospiralis</i>	Nöckler <i>et al.</i> , 2006	4.600.000	1 positivo 0,005 1991-2003,	Infección mixta. Caso aislado Media del periodo 1991-2003
Alemania	<i>T. spiralis</i> (80%) <i>T. pseudospiralis</i> (15%) Mixtas <i>Ts</i> + <i>Tp</i> (5%)	Pannwitz <i>et al.</i> , 2010	354.118 Diferentes	0,0045 en 2008 0,0027-0,0032 periodo	2002-08. Datos P cada año Mayor P en región concreta Zorro y perro mapache
Alemania	<i>T. spiralis</i>	Faber <i>et al.</i> , 2015	ND	1 positivo	Salchichas de jabalí
Bélgica	<i>T. britovi</i>	Schynts <i>et al.</i> , 2006	ND	1 positivo	2004 (caso aislado)
Eslovaquia	<i>T. britovi</i>	Kabinová <i>et al.</i> , 2011	51.370	0,02	2007-2010
Eslovaquia	<i>T. britovi</i> (99%) <i>Tb</i> + <i>T. pseudospiralis</i>	Humiková y Dubinsky, 2009	70.568	0,06 media periodo 0,11% en 2005	2000-2007 P aumenta y se expande por territorio en zorro y jabalí
España	<i>Trichinella</i> spp.	Rodríguez-Osorio <i>et al.</i> , 1999	ND	Brote	Came de jabalí (Jaén)
España	<i>T. spiralis</i> (74%) <i>T. britovi</i> (21%) Infecciones mixtas (5%)	Pérez-Martín <i>et al.</i> , 2000	29.333	0,3	1985-1997. Jabalí y zorro Extremadura
España	<i>T. britovi</i>	Rodríguez-Osorio <i>et al.</i> , 2003			Came de jabalí. Granada
España	<i>T. britovi</i> + <i>T. spiralis</i>	Rodríguez <i>et al.</i> , 2008		1 positivo	2008 Cáceres Infección mixta (caso aislado)
España	<i>T. britovi</i> <i>T. spiralis</i> % varía con CC.AA.	Fonseca-Salamanca <i>et al.</i> , 2009	1.278	5,4	Castilla y León 1999-2005 La Rioja 2001-2003 Otras spp. P varía con CC.AA.
España	<i>T. spiralis</i>	García-Sánchez <i>et al.</i> , 2009	2.216	0,77	2007-2008 Montes de Toledo
España	<i>T. britovi</i> <i>T. spiralis</i>	Perteguer <i>et al.</i> , 2009		43 aislamientos	Determina spp <i>Trichinella</i> de los brotes en humana
España	<i>T. britovi</i> (15,4%) <i>T. spiralis</i> (76,9%) Infecciones mixtas (2,3%)	Gamito, 2011	3.055 118.867	0,43 autores sesgo 0,18 vets sanidad	2001-2010. Extremadura Muestreo en zonas alta P
España	<i>Trichinella</i> spp.	Boadella <i>et al.</i> , 2012	95.070 1.888 93.182	0,2 todos 7,5 fincas cercadas 0,05 vida libre	1998/1999 y 2009/2010 Ciudad Real
España	<i>T. pseudospiralis</i>	Zamora <i>et al.</i> , 2015	1	Caso aislado	1º caso en España Cazado en Gerona
Eslovaquia	<i>Trichinella</i> spp.	Dubibský <i>et al.</i> , 2001	19.737	0,22	1995/1996. Caza. Zorro
Francia	<i>T. pseudospiralis</i>	Ranque <i>et al.</i> , 2000	1	Brote	1999. Caza 1º caso en Europa en personas
Francia	<i>T. britovi</i>	Gari-Toussaint <i>et al.</i> , 2005	6	Brote	Came congelada de jabalí
Francia	<i>T. britovi</i>	Richomme <i>et al.</i> , 2010	1.881 1.492	0 diafragma 2,01 ELISA	Caza. 2006-08 Córcega. 0 positivo digestión Prueba serológica
Francia	<i>Trichinella</i> spp.	Aoun <i>et al.</i> , 2012	894	0	2006-2009
Hungría	<i>T. britovi</i> (64,7%) <i>T. spiralis</i> (29,4 %) <i>T. pseudospiralis</i> (5,9%)	Szell <i>et al.</i> , 2012	220.000	0,0077	2006-2011. Caza Placas o digestión Positivos asociado con zorro Ausencia en 16.000.000 cerdos
Hungría	<i>T. spiralis</i> <i>T. britovi</i> <i>Tb</i> > <i>Ts</i>	Tolnai <i>et al.</i> , 2014	290.000	0,015	2006-2013 Predominio de <i>T. britovi</i>
Italia	<i>T. britovi</i>	Romano <i>et al.</i> , 2011	5	Brote	Pruebas en suero
Italia	<i>T. pseudospiralis</i>	Meriardi <i>et al.</i> , 2011	ND	3 positivos	2010. Distintas regiones 1 cazado en Bolonia 2 criado granja familiar
Italia	<i>Trichinella</i> spp.	Gómez-Morales <i>et al.</i> , 2014	225.679	0,017	2006-2012. Italia Tendencia incremento P por aumento de población de jabalí
Italia	<i>T. britovi</i>	Fichi <i>et al.</i> , 2014		1 positivo	2012. Brote consumo de jabalí Otras especies estudiadas

Tabla 6. Continuación.

	ESPECIE <i>Trichinella</i>	AUTORES y AÑO	n	PREVALENCIA (%)	OBSERVACIONES
Letonia	<i>T. britovi</i> (90%)	Fichi <i>et al.</i> , 2014 Kirjusina <i>et al.</i> , 2015	120.609	2.5	1976-2013
P. Bálticos: Estonia Letonia Lituania	<i>T. britovi</i> <i>T. spiralis</i> <i>T. nativa</i> <i>T. pseudospiralis</i>	Malakausas <i>et al.</i> , 2007	710 789 9.088	0,3 Estonia 1,3 Letonia 0,51 Lituania	2000-2002. Otras spp estudiadas
Países Bajos	<i>T. spiralis</i>	Van der Giessen <i>et al.</i> , 2001	11 447	18,2 diafragma 6,8 ELISA	1996-1998
Polonia	<i>T. spiralis</i> (69) <i>T. britovi</i> (21) Infecciones mixtas (2) Sin identificar (5)	Cabaj, 2006	ND	97 positivos	
Polonia	<i>T. spiralis</i> (75, 2%) <i>T. britovi</i> (23, 8%) Mixtas (1%)	Bilska-Zajac <i>et al.</i> , 2013	ND	424	2009-2012
Polonia	<i>T. spiralis</i> <i>T. britovi</i>	Gawor, 2013	637.155	0,35	2008-2012 Parte noroccidental
Polonia	<i>T. spiralis</i> (50%) <i>T. britovi</i> (27%)	Moskwa <i>et al.</i> , 2015	833	2	2010-2014
Portugal	<i>Trichinella</i> spp.	Magalhães <i>et al.</i> , 2004	189	0	Otras spp Solo zorro positivos 1998-2011
Rumanía	<i>Trichinella</i> spp.	Borza <i>et al.</i> , 2012	823	0,5	2009-2011 no aislamientos en jabalí, sí brotes en humana
Serbia	<i>T. spiralis</i> (18%) <i>T. britovi</i>	Zivojinovic, 2013	94	11,7	2009-2010. Caza. Positividad en cerdos
Suiza	<i>Trichinella</i> spp.	Gottstein <i>et al.</i> , 1997	356	0	Antes de 1996
Suiza	<i>Trichinella</i> spp.	Frey <i>et al.</i> , 2009	1.458	0 digestión 0,2 ELISA	Digestión artificial y prueba serológica

ND.Datos no disponibles



Tabla 7. Referencias bibliográficas encontradas de aislamiento de *Trichinella* spp. en zorro en Europa.

	ESPECIE <i>Trichinella</i>	AUTORES AÑO	n	PREVALENCIA (%)	OBSERVACIONES
Alemania	<i>T. spiralis</i> (15) <i>T. britovi</i> (8) <i>T. pseudospiralis</i> (1) <i>T. nativa</i> (3)	Chmurzynska <i>et al.</i> , 2013	3.154 ND	0,31 en 2011 27 pos. 2002-11	Caza en programa control rabia 2002-2011 <i>T. nativa</i> es raro <i>Ts</i> >> <i>Tb</i> por efecto de la rabia
Alemania	<i>Trichinella</i> spp.	Pannwitz <i>et al</i> , 2010	< 100	1,0	2006-2007 n 100 = zorro + perro mapache
Austria	<i>T. spiralis</i>	Lassnig <i>et al</i> ,1998	516	1,2	Estudia parásitos del zorro
Bélgica	<i>Trichinella</i> spp.	Vercammen <i>et al</i> ,2002	818	0 ELISA positivos	1998-2000 También mustélidos
Bielorrusia	<i>Trichinella</i> spp.	Shimalov y Shimalov, 2002a	94	22,3	1981-2001
Bulgaria	<i>Trichinella</i> spp.	Georgieva <i>et al.</i> , 2000	78	42,3	1995-2000
Dinamarca	<i>Trichinella</i> spp.	Enemark <i>et al.</i> , 2000	3.133 3.008	0,001 0	1995-1996. No determina spp 1997-1998
Dinamarca	<i>Trichinella</i> spp.	Al-Sabi <i>et al.</i> , 2014	384	0	2009-2012
Eslovaquia	<i>T. britovi</i> (98,8%)) <i>T. spiralis</i> + <i>T. britovi</i> <i>T. pseudospiralis</i> + <i>T.b.</i>	Humíková y Dubinský, 2009	5.270	4,9 en 2000 20,5 en 2007	2000-2007 Caza para campaña vacunación rabia
Eslovaquia	<i>T. britovi</i>	Humíková <i>et al.</i> , 2007	76	19,7	2005-2006. Caza y accidentes Zorro,mustélidos y otras spp
Eslovaquia	<i>T. britovi</i> <i>T. pseudospiralis</i>	Kabinová <i>et al.</i> , 2009	5.270	11,5	2000-2007.Caza
Eslovaquia	<i>T. britovi</i>	Kabinová <i>et al.</i> , 2011	ND	4,86	
España	<i>Trichinella</i> spp.	Gortázar <i>et al.</i> , 1998	84	1,2	1989-1993. Caza Valle del Ebro (Zaragoza)
España	<i>T. britovi</i> (67%) <i>T. spiralis</i> (33%)	Pérez-Martín <i>et al.</i> , 2000	227	3	1998-2007. Extremadura Estudia también jabalí
España	<i>T. spiralis</i>	Criado-Fornelio <i>et al.</i> , 2000	67	8,9	Guadalajara 1997-1999
España	<i>T. britovi</i> <i>T. spiralis</i>	Fonseca-Salamanca <i>et al.</i> , 2009	70	22,85 zorro	Castilla y León 1999-2005 La Rioja 2001-2003 Otras spp
España	<i>Trichinella</i> spp.	Gerrikagoitia (2010)	56	3,5	País Vasco Caza y CRFS
España	<i>T. britovi</i> (2) ¿? (2)	López Olvera <i>et al.</i> , 2011	1.319	0,3	1998-2007. Caza Cataluña
España	<i>T. britovi</i> (5%) <i>T. spiralis</i> (50%)	Gamito, 2011	280	2,86	2001-2010. Caza. Extremadura Jabalí, mustélidos, otros mamíferos y aves
Estonia	<i>T. britovi</i> <i>T. nativa</i>	Muller <i>et al.</i> , 2006	281	8	2006 Animales de peletería
Finlandia	<i>T. spiralis</i> <i>T. nativa</i> <i>T. spiralis</i> + <i>T. nativa</i>	Oivanen <i>et al</i> , 2002	158	37	1996-1999. Caza Lobo y otras spp
Finlandia	<i>T. nativa</i> <i>T. spiralis</i>	Airas <i>et al.</i> , 2010	1.010	18,7	1999-2005. Y otras spp
Francia	<i>T. britovi</i>	Aoun <i>et al.</i> , 2012	108	2,7	2006-2009. Jabalí
Francia	<i>Trichinella</i> spp.	Richomme <i>et al.</i> , 2010	74	0	Córcega. Caza y otros. 2006- 08
G. Bretaña	<i>Trichinella</i> spp.	Smith <i>et al.</i> , 2003	587	0	25 g diafragma + lengua 1957 <i>T. spiralis</i> único zorro posit.
G. Bretaña	<i>Trichinella</i> spp.	Zimmer <i>et al.</i> , 2008	1.144	<0,001 0 positivo	2003-2007 <0,001 prevalencia en función de la sensibilidad
G. Bretaña	<i>T. pseudospiralis</i>	Learmount <i>et al.</i> , 2015	6.806	0,000147	1999-2013. Control anual rutinario. 1º caso

Tabla 7. Continuación.

	ESPECIE <i>Trichinella</i>	AUTORES AÑO	n	PREVALENCIA (%)	OBSERVACIONES
Holanda	<i>T. britovi</i>	van der Giessen <i>et al.</i> , 1998	ND	4%	Citado en Smith <i>et al.</i> , (2003)
Holanda	<i>T. britovi</i>	van der Giessen <i>et al.</i> , 2001	429	5,1	1996-1998 P varía 1,3-13,1 según zona
Holanda	<i>Trichinella</i> spp.	Franssen <i>et al.</i> , 2014	369 ND	0,27 2010-2013 3,9 antes 1998	2010-2013. único caso pero imposible identificar la especie
Hungría	<i>T. britovi</i>	Sréter <i>et al.</i> , 2003	100	3	
Hungría	<i>T. britovi</i> <i>T. spiralis</i>	Tolnai <i>et al.</i> , 2014	3.304	2,06	2006-2013
Hungría	<i>T. britovi</i> (85,7%) <i>T. spiralis</i> (11,4%) <i>T. pseudospiralis</i> (2,9%)	Széll <i>et al.</i> , 2008	2.116	1,8	2007-2008. Estudian el 3% de la población estimada de zorro
Irlanda	<i>T. spiralis</i>	Rafter <i>et al.</i> , 2005	454	0,9	2002 32 años sin positividad en humanos ni cerdos
Irlanda	<i>T. spiralis</i>	Zimmer <i>et al.</i> , 2009	443	0,2	2003-2004 2007-2008
Italia	<i>T. britovi</i>	Remonti <i>et al.</i> , 2005	227	3,5	Valle de Aosta Alpes italianos. Canibalismo. Otras spp
Italia	<i>T. britovi</i>	Meriardi <i>et al.</i> , 2011	1.706	0,06	Emilia Romana. Otras spp
Italia	<i>T. britovi</i>	Di Cerbo <i>et al.</i> , 2008	172	1,2	1997-2003. Venecia y Trento Datos por edades Mustélidos 0%
Italia	<i>Trichinella</i> spp.	Magi <i>et al.</i> , 2009	112	0	2004-2006. Noroeste país
Italia	<i>Trichinella</i> spp.	Magi <i>et al.</i> , 2014	165	0	2009-2012. Toscana. T También tejón
Italia	<i>T. britovi</i> (90%) <i>T. pseudospiralis</i> (10%)	Fichi <i>et al.</i> , 2014	ND	11 zorros	1996-2013 Toscana y regiones limítrofes
Lituania	<i>Trichinella</i> spp.	Bružinskaitė-schmidhalter <i>et al.</i> , 2012	310	46,6	2001-2006 P: Zorro > P. mapache (29,3%)
Noruega	<i>T. nativa</i> (18) <i>T. britovi</i> (1)	Davidson <i>et al.</i> , 2006	393	4,8	1994-1995 y 2002-2005 P varía según la zona
P. Bálticos: Estonia Letonia Lituania	<i>T. britovi</i> <i>T. spiralis</i> <i>T. nativa</i> <i>T. pseudospiralis</i> Infecciones mixtas	Malakausas <i>et al.</i> , 2007	446 1.112 567	40,6 Estonia 28,9 Letonia 40 Lituania	2000-2002 Otras especies: jabalí
Polonia	<i>T. spiralis</i>	Cabaj <i>et al.</i> , 2000	ND	1	Citado en Smith <i>et al.</i> , (2003)
Polonia	<i>T. britovi</i> (50) <i>T. spiralis</i> <i>T. spiralis</i> + <i>T. britovi</i>	Cabaj <i>et al.</i> , 2006	ND	75 positivos	75 positivos
Polonia	<i>T. britovi</i> (32) <i>T. spiralis</i> (9) <i>T. nativa</i> (1)	Chmurzynska <i>et al.</i> , 2013	1.634	2,7	2010-2012 Se caza para programa de control de rabia
Polonia	<i>Trichinella</i> spp.	Balicka-Ramisz <i>et al.</i> , 2007	505	4,4	1997-2004. Noroeste del país
Polonia	<i>T. britovi</i> (3) <i>T. pseudospiralis</i> (1)	Moska <i>et al.</i> , 2013	24	16,6	2012. Sur del país 1º aislamiento <i>Tp</i> en Polonia
Portugal	<i>T. britovi</i>	Lopes <i>et al.</i> , 2015	47	2,1	2008-2010. Norte del país Positivo de Bragança
Portugal	<i>Trichinella</i> spp.	Magalhaes <i>et al.</i> , 2004	206	4,9 +++ Beira	2002-2004. Otras spp Alentejo, Beira y Tras-os-Montes
Rusia	<i>T. nativa</i>	Pozio, Casulli <i>et al.</i> , 2001	29	48,3	1998-2000 Zorros y otras spp
Rumanía	<i>T. britovi</i> (75%) <i>T. spiralis</i> (25%)	Blaga, Gherman <i>et al.</i> , 2009	71	7	Otras especies

Tabla 7. Continuación.

	ESPECIE <i>Trichinella</i>	AUTORES AÑO	n	PREVALENCIA (%)	OBSERVACIONES
Serbia	<i>T. britovi</i> <i>T. spiralis</i> <i>T. spiralis</i> + <i>T. britovi</i>	Zivojinovic, 2013	57	12,3	2009-2010. Caza
Suecia	<i>T. britovi</i> <i>T. nativa</i> <i>T. britovi</i> + <i>T. nativa</i>	Pozio <i>et al.</i> , 2004	7	14,3	1985-2003. Caza Lobo, zorro, lince y jabalí
Suecia	<i>Trichinella</i> spp.	Roneus y Christensson, 1979	1.151	19,6	1985-2003 Adultos >> jóvenes (40 > 11%)
Suiza	<i>T. britovi</i>	Gottstein <i>et al.</i> , 1997	452	0,9	Muestreo antes de 1996 Jabalí negativo
Suiza	<i>T. britovi</i>	Frey, Schuppers, Müller <i>et al.</i> , 2009	1298	1,6	2006-2007

ND. Datos no disponibles



Tabla 8. Referencias bibliográficas encontradas de aislamiento de *Trichinella* spp. en lobo en Europa.

ESPECIE <i>Trichinella</i>	AUTORES AÑO	n	PREVALEN CIA (%)	OBSERVACIONES
Balcanes: Serbia Macedonia Bosnia y H	<i>T. britovi</i> Teodorovic <i>et al.</i> , 2014	Total 116 Serbia 105 Bosnia-H 3 Macedonia 8	46,5 med 49,5 33,3 12,5	2006-2013 Región endémica en personas: 90% de los casos de Europa
Bielorrusia	<i>Trichinella</i> spp. Shimalov y Shimalov 2000	52	19,2	1981-1996
Bulgaria	<i>Trichinella</i> spp. Georgieva <i>et al.</i> , 2000	18	22,2	Período 1995-2000 Otras spp
Croacia	<i>T. spiralis</i> (90%) <i>T. britovi</i> (10%) Beck, R., Beck, A., Kusak <i>et al.</i> , 2009	67	31	1996-2007 P mayor en jóvenes
Eslovaquia	<i>T. britovi</i> Humikova <i>et al.</i> , 2007	4	18,7	2005-2006. Caza y accidentes Zorro y mustélidos y otras spp
España	<i>T. britovi</i> (75%) <i>T. spiralis</i> (25%) Fonseca-Salamanca <i>et al.</i> , 2009	ND	4 positivo	Castilla y León 1999-2005 Negativo La Rioja 2001-03 Otras spp
España	<i>T. britovi</i> Segovia <i>et al.</i> , 2001	47	12,8	1993-1999 Noroeste de España
España	<i>Trichinella</i> spp. Gerrikagoitia (2010)	3	0	País Vasco Caza (2 lobos) y CRFS
Estonia	<i>Trichinella</i> spp. Malakausas <i>et al.</i> , 2007	19	63,2	2000-2002. Otras spp. Jabalí
Finlandia	<i>T. nativa</i> <i>T. nativa</i> + <i>T. britovi</i> Oivanen <i>et al.</i> , 2002	18	33%	1996-1999. Caza Lince> zorro>lobo. Otras spp
Finlandia	<i>T. nativa</i> <i>T. spiralis</i> <i>T. nativa</i> + <i>T. spiralis</i> Airas <i>et al.</i> , 2010	102	39,2%	1999-2005. Y otras spp Lince>Lobo mayor prevalencia ABUNDANCIA POBLACIÓN
Italia	<i>T. britovi</i> Fichi <i>et al.</i> , 2014	ND	5 lobo positivos	1996-2013. Toscana y prox Zona mucha caza.
Letonia	<i>Trichinella</i> spp. Bagrade <i>et al.</i> , 2009	34	69,7	2003-2008. Edad y sexo Estómago contenido
Polonia	<i>T. britovi</i> (72,7%) <i>T. spiralis</i> (11,45) <i>T.b</i> + <i>T.s</i> (9,1%) Cabaj, 2000	1.282	5,7	1995-1999. Caza
Rusia	<i>T. nativa</i> <i>T. britovi</i> Pozio, Casulli <i>et al.</i> , 2001	82	97,5	1998-2000 Lobo, zorro y mustélidos
Rumanía	<i>T. britovi</i> Blaga, Gherman <i>et al.</i> , 2009	35	31	Lobo mayor P. Caza y captura Oso, lince, zorro, jabalí y otros
Rumanía	<i>Trichinella</i> spp. Nesterov <i>et al.</i> , 1991	ND	30,5	Lobo y otras spp
Serbia	<i>T. britovi</i> Zivojinovic <i>et al.</i> , 2013	3	100	2009-2010. Caza. Endémica Lobo, zorro y chacal
Suecia	<i>T. britovi</i> Pozio <i>et al.</i> , 2004	7	14,3	1985-2003. Caza Lobo, zorro, lince, jabalí

ND. Datos no disponibles

Tabla 9. Referencias bibliográficas de aislamiento de *Trichinella* spp. en carnívoros silvestres de Europa diferentes al zorro.

	ESPECIE <i>Trichinella</i>	AUTORES AÑO	n	PREVALENCIA (%)	OBSERVACIONES
Bélgica	<i>Trichinella</i> spp.	Nöckler <i>et al.</i> , 2006	32 44 52	0 tejón 0 garduña 0 turón	2003-2004. También zorro
Bielorrusia	<i>Trichinella</i> spp.	Shimalov <i>et al.</i> , 2000b	25	0 nutria	1981-1999 Caza
Bielorrusia	<i>Trichinella</i> spp.	Shimalov y Shimalov, 2001	40	4 visón americano	1980-1998. Caza
Bielorrusia	<i>Trichinella</i> spp.	Shimalov y Shimalov, 2002b	40	5 turón	1981-1996. Caza
Bulgaria	<i>Trichinella</i> spp.	Gerogieva <i>et al.</i> , 2000	21 6 2	61,9 marta 33,3 tejón 0 nutria	Período 1995-2000
Eslovaquia	<i>T. britovi</i>	Humikova <i>et al.</i> , 2007	3 2 5 3 3 2 3 1	0 tejón 0 nutria 40 marta 33,3 garduña 33,3 turón 0 comadreja 0 armiño 100 oso pardo	2005-2006. Caza y otras Parque Nacional Tatras
Eslovaquia	<i>T. britovi</i>	Humikova <i>et al.</i> , 2009	ND ND	37,9 marta 33,3 turón 1 oso positivo 1 linco positivo	2007-2009 También zorro y lobo
España	<i>Trichinella</i> spp.	Sánchez-Acedo <i>et al.</i> , 1989	ND ND ND	4 zorros + 1 gato montés + 1 jineta +	Provincia de Zaragoza 0 posit. en 180 perros vagabundos Citado en Cordero del Campillo <i>et al.</i> , 1999
España	<i>Trichinella</i> spp.	Miquel <i>et al.</i> , 1993	37 1 20 144 103 5 4 3 55 1 6 132	2,78 tejón 0 nutria Visones americanos 0 gineta 0 garduña 0 martas 0 turón 0 hurones 0 comadreja 0 visón europeo 0 gato montés 0 zorro	Cataluña y parte de Huesca Colección de mastozoólogos, taxidermistas y animales atropellados
España	<i>T. britovi</i> <i>T. spiralis</i>	Fonseca-Salamanca <i>et al.</i> , 2009	ND 215	1 gato silvestre 1,4 perro	Castilla y León 1999-05 La Rioja 2001-2003 Otras spp
España	<i>Trichinella</i> spp.	Torres <i>et al.</i> , 2003	28 112	0 visón europeo 0 visón americano	Distintas zonas de España
España Francia Portugal	<i>Trichinella</i> spp.	Torres <i>et al.</i> , 2004	48 56 5	0 España 0 Francia 0 Portugal	7 muestras de Galicia
España	<i>Trichinella</i> spp.	Millán <i>et al.</i> , 2004	15	0 tejón	País Vasco
España	<i>Trichinella</i> spp.	Torres <i>et al.</i> , 2006	13 6 20 36 16 23	0 nutria 0 visón americano + tejón + gineta + comadreja + garduña	Procedentes de casi toda España. 10 años Otros mustélidos negativos
España	<i>Trichinella</i> spp.	Segovia <i>et al.</i> , 2007	90	4,4* marta	Cantábrico: 3/30 (P=10%) Pirineos: 1/6 (P=16,6%) Baleares: 0/58 (P= 0)
España	<i>Trichinella</i> spp.	Gerrikagoitia, 2010	57 22 9 4 2 1 9 5	0 tejón 0 garduña 0 marta 0 turón 0 visón americano 0 comadreja 0 gineta 0 gato montés	País Vasco Caza y CRFS Solo positividad en zorro

Tabla 9. Continuación.

	ESPECIE <i>Trichinella</i>	AUTORES AÑO	n	PREVALENCIA (%)	OBSERVACIONES
España	<i>T. britovi</i>	Gamito, 2011	4 8 14 1 1 7 2 1	0 tejón 0 nutria 7,1 comadreja 0 turón 0 hurón 0 ginetá 0 meloncillo 0 erizo	Extremadura 2001-2010 CRFS Solo positividad en jabalí, zorro y comadreja
Finlandia	<i>Trichinella</i> spp.	Oivanen <i>et al.</i> , 2002	6	33 tejón	1996-1999. Caza Oso, lince, perro mapache
Finlandia	<i>T. nativa</i> 74% <i>T. spiralis</i> 12% <i>T. britovi</i> 6%, <i>T. pseudospiralis</i> 1% Valores medios todas spp	Airas <i>et al.</i> , 2010	662 402 125 75 53 31 23	28,1 p mapache 45,5 lince 5,6 oso pardo 9,3 marta 7,5 tejón 3,2 nutria 0 visón americano	1999-2005
Francia	<i>Trichinella</i> spp.	Torres <i>et al.</i> , 2008	45 42 37	0 visón europeo 0 visón americano 0 turón	Suroeste de Francia
Italia	<i>Trichinella</i> spp.	Di Cerbo <i>et al.</i> , 2008	18 1	0 tejón 0 garduña	1997-2003 NE (Venecia y Trento)
Italia	<i>Trichinella</i> spp.	Magi <i>et al.</i> , 2009	4	0	2004-2006. Toscana. Zorro
Italia	<i>T. britovi</i>	Remonti <i>et al.</i> , 2005	38 53	7,9 garduña 1,9 tejón	Alpes italianos. Relaciona con canibalismo en zorro
Italia	<i>T. britovi</i>	Fichi <i>et al.</i> , 2014		1 tejón positivo	1996-2013. Toscana y próximos Zona mucha caza.
Japón	<i>Trichinella</i> T9	Kobayashi <i>et al.</i> , 2007	1.080 10 7 14 41 1 113	0,8 mapache 0 tejón 0 visón americano 0 marta japonesa 0 jabalí japonés 0 zorro 1,6 perro mapache	2003-2006 Programas de erradicación. Caja trampa
P. Bálticos: Estonia Letonia Lituania	<i>Trichinella</i> spp.	Malakausas <i>et al.</i> , 2007	Estonia 56 Letonia 9 Lituania 15	30,4 marta 28,6 marta 40 marta	2000-2002. Otras spp. Jabalí Lince, la mayor prevalencia Perro mapache
Polonia	<i>T. britovi</i> Algunas no identifica	Moskwa <i>et al.</i> , 2012	3 7	66,6 marta 28,6 tejón	2009-2011
Portugal	<i>Trichinella</i> spp.	Magalhães <i>et al.</i> , 2004	206	4,9	2002-2004. Otras spp
Rumanía	<i>Trichinella</i> spp.	Nesterov <i>et al.</i> , 1991	ND ND ND	6,1 tejón 13,5 marta 5,2 turón	Lobo, zorro, jab y otras spp Oso, hámster, gato silvestre
Rumanía	<i>Trichinella</i> spp.	Lupascu <i>et al.</i> , 1970	ND ND ND ND ND	14,3 visón europeo 8,2 marta 5,8 tejón 5,4 turón 2,1 nutria	Lobo, zorro, jabalí, oso, gato silvestre, hámster, y otras spp
Rusia	<i>T. nativa</i> (98%) <i>T. britovi</i> (2%)	Pozio, Casulli <i>et al.</i> , 2001	13 17 10 8 3 2 15 5	7,7 perro 0 visón americano 0 marta 12,5 turón 0 visón europeo 0 nutria <i>T. spp</i> 6,7 otros mustélidos 20 perro mapache	Perro <i>T. britovi</i> Visón europeo. <i>T. nativa</i> 20% prevalencia 1998-2000
Rumanía	<i>T. spiralis</i> (14%) <i>T. britovi</i> (84%)	Blaga, Gherman <i>et al.</i> , 2009	25 5 1 2	14 gato silvestre 60 lince 100 chacal 100 oso pardo	Lobo, zorro, jab y otras spp Oso, hámster, gato silvestre AVES. Todas negativas
Rumanía	<i>T. spiralis</i>	Oltean <i>et al.</i> , 2014	32	18,7	Armiño y garduña

Según datos del INE (2014), Galicia cuenta con 2.765.747 habitantes censados, existiendo una gran dispersión demográfica. La mayor parte de la población se aglomera en las franjas costeras, en torno a las principales ciudades con actividad industrial. El sector servicios y la construcción se ha incrementado en los últimos años, en detrimento del sector primario; sin embargo, el peso de este último sector es superior al de la media española (Nogueira, 2008).

El aprovechamiento de la tierra para uso agroganadero representa un 38,82% del territorio de Galicia. Dentro de esta categoría, el grupo mayoritario es el correspondiente a la ganadería intensiva, que representa un 22,13% del territorio gallego (explotaciones de vacuno de leche). En estas áreas ganaderas, la mayor parte de la superficie está ocupada por cultivos forrajeros (praderas y maíz), con una pequeña parte de cultivos anuales destinados al autoconsumo. Otro grupo está representado por la ganadería tradicional compuesto por pequeñas explotaciones de vacuno autóctono y cruces, que junto con rebaños de ganado ovino representan el 12,27% del territorio de Galicia. El último grupo del área de uso agroganadero incluye las zonas agrícolas que representan el 4,43% del territorio gallego, formadas por cultivos de maíz, cereales, cultivos hortícolas y viñedo (Díaz *et al.*, 2007).

Como muestra de la importancia que tiene en Galicia el ganado vacuno, podemos indicar que las estadísticas referidas al año 2010 muestran que la región cuenta con 963.368 vacas repartidas en 45.268 explotaciones, la mayor parte de producción láctea. Las comarcas con un mayor número de explotaciones con SAU (Superficie Agraria Útil) son Terra Chá y la comarca del Deza (Instituto Galego de Estatística, 2012).

El ganado ovino y caprino es más abundante en las provincias de Pontevedra, Ourense y la parte menos montañosa de Lugo. El ganado vacuno, referido al de producción cárnica, es el que está en régimen extensivo, abundando principalmente en las provincias de Lugo y A Coruña. Además, es importante destacar que en Galicia existen grandes áreas donde está presente el caballo en libertad, sobre todo en la parte norte de Lugo, A Coruña, Pontevedra y parte suroccidental de Ourense.

Una parte de este territorio agrícola, que además presenta importantes espacios de vegetación natural en forma de mosaico, ha pasado con los años a formar parte del territorio forestal, probablemente debido al abandono de la actividad agrícola y a la repoblación de la superficie agrícola con especies forestales. De hecho, hoy en día Galicia es un territorio más ganadero que agrícola (Aller *et al.*, 2007).

Aproximadamente un 7,83% de la superficie de Galicia con cobertura forestal se encuentra incluida dentro de las zonas ganaderas, formando un mosaico con la superficie agraria útil en pequeñas parcelas. Esta estructuración del terreno con zonas de cultivo dispersas y entrelazadas con zonas de bosque y matorral, contribuye a mejorar la habitabilidad de muchas especies silvestres, al no faltarle alimento ni cobijo. Existe una gran variedad de fauna tanto de pequeños mamíferos (liebres, conejos) como de ungulados (jabalíes y corzos) que son aprovechados en las temporadas de caza (Díaz *et al.*, 2007).

Galicia experimentó una transformación acelerada de su paisaje agrario en los últimos años debido a cambios profundos de la estructura familiar en áreas rurales, tanto en el modo de producción como en los tipos de cultivos agrícolas y forestales. Esta modificación sustancial del tipo de hábitat ha provocado un incremento de poblaciones de algunas especies silvestres en detrimento de otras; es el caso del jabalí, que ocasiona bastantes problemas a los agricultores por el daño que ocasiona en las cosechas, principalmente los cultivos de maíz (Herrero *et al.*, 2006), y que además es la causa de frecuentes accidentes de tráfico (Díaz *et al.*, 2010; Federación Galega de Caza, 2011; Fidalgo *et al.*, 2013).

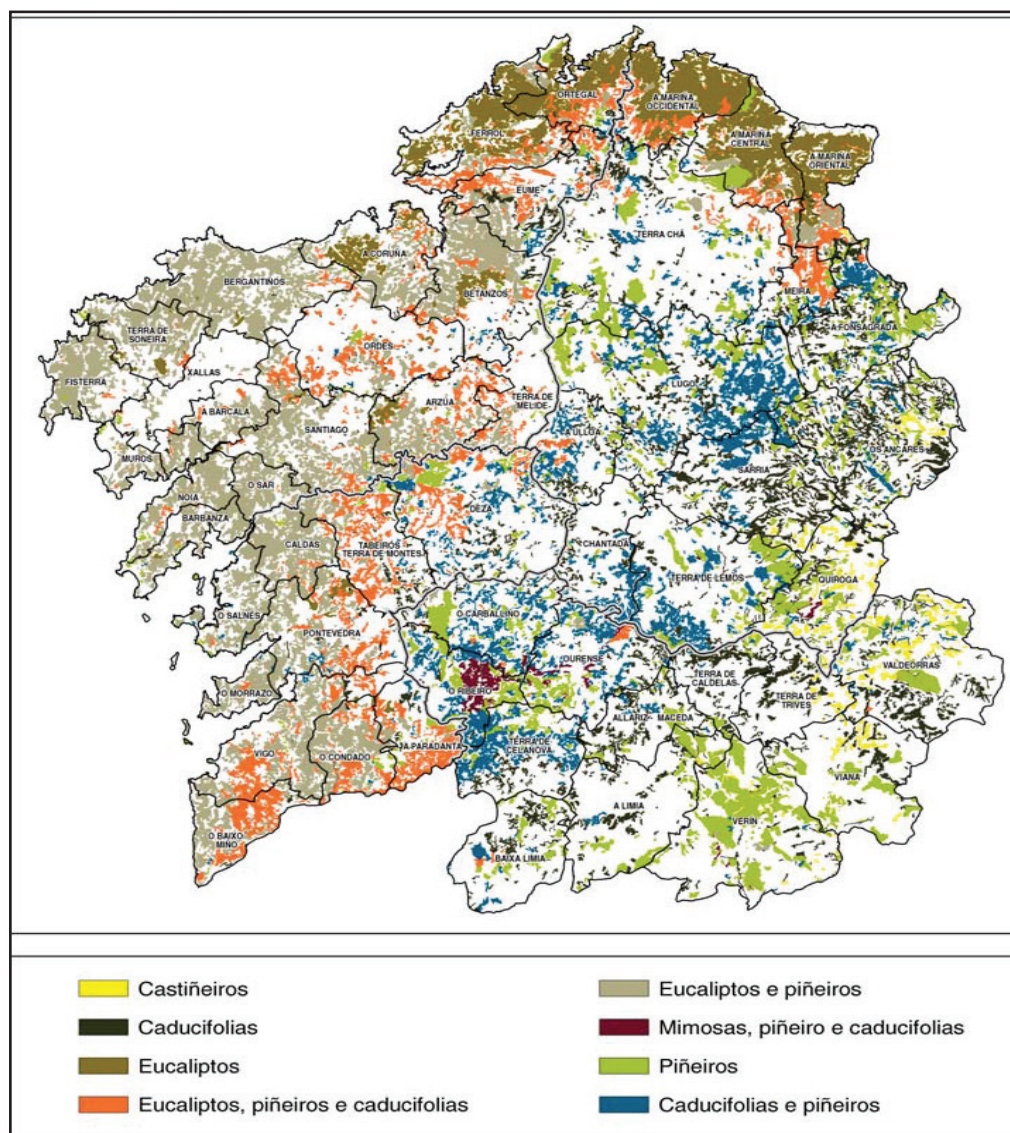


Figura 16. Mapa de coberturas y usos del suelo de Galicia (Díaz *et al.*, 2007).

La superficie cinegética de Galicia comprende más del 80% del territorio gallego. La caza cobra importancia para lograr un equilibrio fundamental en el desarrollo de los ecosistemas naturales. La actividad cinegética, además de una actividad lúdica, pasa a tener importancia debido a su función social y ambiental (Ecométrica Investigación Social S.L., 2009). De hecho, la FGC (Federación Galega de Caza) ocupa el sexto lugar con mayor número de cazadores de entre todas las federaciones autonómicas, siendo Galicia un referente en materia de caza a nivel nacional (Federación Galega de Caza, 2012).

Los mamíferos cazables en Galicia son los siguientes: zorro, lobo, visón americano, liebre, conejo, cabra montés, muflón, rebeco, ciervo, gamo, corzo y jabalí; este último es tan abundante que ha llegado a convertirse en un verdadero quebradero de cabeza para los agricultores, que manifiestan sus reiteradas quejas.

El jabalí es la especie de caza mayor más ampliamente distribuida en la Península Ibérica. La expansión de esta especie se debe a varios factores: inexistencia de depredadores naturales en la mayor parte del territorio nacional, altas tasas de reproducción, alimentación omnívora, disponibilidad

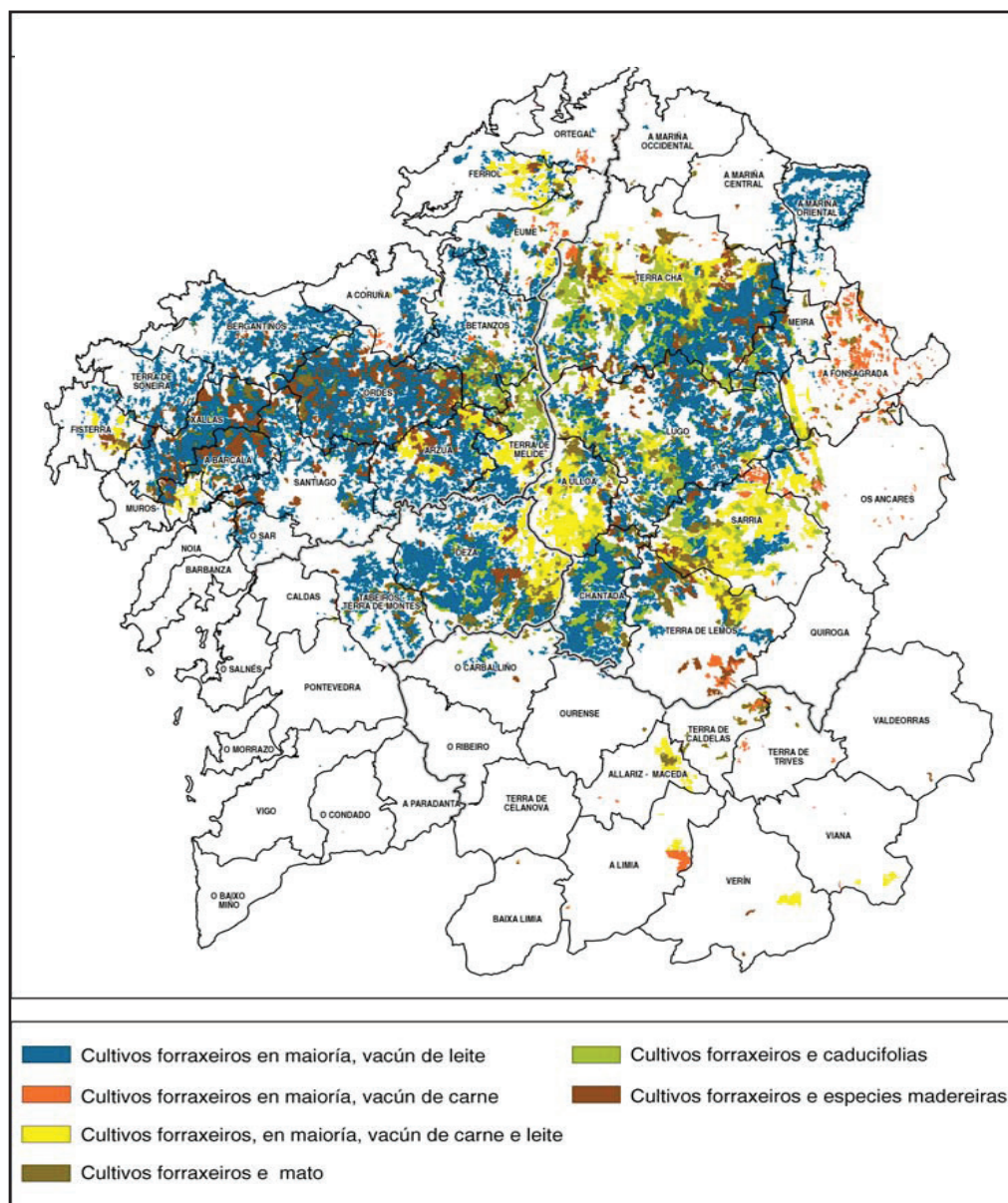


Figura 17. Zonas de ganadería intensiva en Galicia (Díaz *et al.*, 2007).

de alimento sin limitaciones y, además, la disponibilidad de nichos ecológicos vacíos, entre otros. El jabalí habita en gran diversidad de ecosistemas donde encuentre agua, comida y una vegetación lo suficiente alta para poder encamarse (Ballari y Barrios-García, 2014). Su capacidad de adaptación le facilita medrar en muchos entornos diferentes y alimentarse de un amplio espectro trófico: raíces, rizomas, tubérculos, frutos, semillas, hierbas, invertebrados y carroñas, entre las que se encuentran las de su propia especie y de otras especies silvestres, tanto cinegéticas como protegidas. Además, entre los recursos tróficos se incluyen también huevos, pollos y crías de varias especies de aves (Saénz de Buruaga, 1995; Baubet *et al.*, 1997; Herrero *et al.*, 2006; Sánchez-Zapata *et al.*, 2010).

En Galicia, al predominar las explotaciones de ganado vacuno lechero, abundan los cultivos de maíz forrajero, que es un alimento de preferencia para el jabalí, como lo demuestra un estudio llevado a cabo en el valle medio del Ebro, al noreste de la Península Ibérica, en el que se comprobó que el contenido estomacal de los jabalíes de la zona incluían principalmente alimentos procedentes de

cultivos, en particular maíz (Herrero *et al.*, 2006). De hecho, como ya hemos comentado, la expansión del jabalí ha provocado que se haya incrementado el número de accidentes de tráfico por colisión con jabalíes, habiéndose comprobado que dicha siniestralidad está principalmente relacionada con la presencia de maizales en áreas de la Meseta Norte de España (Rabanal *et al.*, 2012).

En otro estudio realizado en Luxemburgo en el que se analizaron datos relativos a 13.276 casos de daños de jabalí a los cultivos agrícolas durante un período de 10 años, los resultados muestran que el daño a las praderas permanentes es mucho más frecuente y más grave que el daño a los cultivos anuales; se evitan los cultivos como la cebada y los daños se distribuyen estacionalmente de acuerdo con el tipo de cultivo (Scheley *et al.*, 2008).

Otros de los mamíferos silvestres que más abunda en Galicia es el zorro. La alimentación de este cánido ha sido muy estudiada, al tratarse de una especie cinegética de importancia. Su régimen alimentario varía mucho en función de la zona que habite y de la estación del año. Se puede considerar como omnívoro y carnívoro oportunista, su dieta incluye mamíferos, aves, invertebrados y frutos, teniendo una gran capacidad para incluir en su dieta cualquier tipo de alimento, lo que le permite adaptarse a una gran variedad de hábitats (Hernández, 2005; Panzacchi *et al.*, 2008).

Un estudio del zorro realizado en Galicia por Fidalgo *et al.*, 2009 considera tres zonas en función del hábitat:

- Monte: zonas agrupadas como monte bajo, robledales, sotos de castaño y repoblaciones forestales, junto con pastos naturales.
- Agroganadera: Zonas destinadas a cultivos agrícolas, pastos mejorados y explotaciones ganaderas.
- Periurbana: zonas periféricas de poblaciones grandes, polígonos industriales y zonas periféricas de basureros.

El zorro muestra una mayor densidad en zonas periurbanas como consecuencia de la disponibilidad trófica. Aunque hoy en día están clausurados los vertederos de basura en Galicia y los residuos son gestionados por SOGAMA (Sociedade Galega de Medio Ambiente), todavía hay zonas sobre todo en el ámbito rural donde la gestión de los residuos no es la adecuada, lo que facilita que estos sean susceptibles de ser consumidos por animales silvestres, entre los que se incluye el zorro (Jofra *et al.*, 2011).

Desde el año 2001, cuando se declaró oficialmente en nuestro país la presencia de la Encefalopatía Espongiforme Bovina, se ha llevado a cabo la recogida de los residuos y cadáveres de las explotaciones ganaderas; primero se empezó con la retirada de los cadáveres de rumiantes pero, hoy en día, se ha ampliado a todas las especies ganaderas. Los ganaderos tienen un seguro de recogida para gestionar higiénicamente los cadáveres de los animales muertos en sus explotaciones, lo que ha ido en detrimento del aprovechamiento de este recurso trófico por la fauna silvestre. No obstante, debido a la dispersión de la población en pequeños núcleos urbanos en el ámbito rural gallego, todavía hoy existen pequeños productores que crían animales para su autoconsumo, de manera que ellos mismos gestionan la eliminación de los cadáveres y, en consecuencia, esta fuente trófica sigue estando disponible para el zorro y otros carnívoros silvestres. Debemos indicar, por último, que el Reglamento (CE) Nº 1069/2009 (Unión Europea, 2009), constituye desde el 4 de marzo de 2011 el marco legal comunitario aplicable a los subproductos animales no destinados al consumo humano (SANDACH) y los productos derivados de los mismos.

Como hemos mencionado anteriormente, en la Comunidad Autónoma Gallega también existen explotaciones ganaderas en régimen extensivo, sobre todo équidos, ganado ovino y caprino y, en menor medida, ganado vacuno. Este tipo de explotaciones favorece que los carnívoros silvestres dispongan, con mayor facilidad, de animales domésticos que pueden ser aprovechados como fuente trófica. En este sentido, la presencia del lobo en Galicia es uno de los factores ambientales que más caracterizan al noroeste peninsular. De hecho, los animales domésticos explotados en régimen extensivo son principalmente atacados por lobos, siendo frecuentes las denuncias de muertes y desapariciones de ungulados domésticos comunicadas en las Oficinas Agrarias Comarcales por ataque de lobo (Lagos Abarzuza, 2013). En este sentido, se han publicado varios trabajos referentes a la dieta del lobo en el noroeste de España, según los cuales esta se compone de tres tipos de alimentos básicos: artiodáctilos silvestres (sobre todo corzo y jabalí y, en menor medida, ciervo y rebeco), ungulados domésticos (vacuno, équidos, ovino y caprino) y carroñas, siendo las proporciones de uno u otro muy diferentes entre zonas (Llaneza y Ordiz, 2003; Llaneza *et al.*, 2004; Llaneza *et al.*, 2009a).

3.5. ESPECIES HOSPEDADORES IMPLICADAS EN EL CICLO SELVÁTICO DE *Trichinella* spp. EN EL NOROESTE PENINSULAR

3.5.1. INTERACCIÓN ENTRE HOSPEDADORES: RELACIONES PRESA-PREDADOR

La selección natural ha conducido al establecimiento de grupos de especies que coexisten con un mínimo de competencia y explotándose al mismo tiempo unos a otros para sobrevivir. El resultado de estas luchas entre organismos ha originado las relaciones depredador-Presa. En la Naturaleza, la relación depredador-presa es esencial para asegurar la preservación de un ecosistema (Reynolds y Tapper, 1996; Griffin *et al.*, 2013). En esta lucha por la obtención de alimento, los individuos adultos sanos son menos propensos a ser depredados, en tanto que los animales más débiles (enfermos, jóvenes o con traumatismos) llegan a ser presas fáciles (Gervasi *et al.*, 2014).

En el noroeste de la Península Ibérica, el lobo es un superdepredador oportunista que caza dependiendo de la disponibilidad temporal y geográfica de sus presas, preferentemente ungulados silvestres (Ansorge *et al.*, 2006; Barja, 2009; Mattioli *et al.*, 2011). El zorro, que es el otro cánido silvestre presente en esta zona peninsular, es un depredador oportunista de dieta omnívora y muy variada, incluyendo restos de basura y carroña. Entre sus presas se incluyen crías de ungulados, liebres y conejos, roedores, aves y otros micromamíferos, así como aves, invertebrados, fruta, carroña, etc. (Leckie *et al.*, 1998; Dell'Arte *et al.*, 2007; Díaz-Ruiz *et al.*, 2013).

Por lo que respecta al jabalí, se trata de un animal omnívoro y oportunista, que basa su dieta en vegetales, frutas, pequeños vertebrados (anfibios, roedores, etc.), conejos recién nacidos, invertebrados (gusanos, insectos, caracoles, etc.), huevos de aves que nidifican en el suelo, carroñas, basuras (Ferrerías *et al.*, 2010; Carpio *et al.*, 2014).

Los mustélidos y prociónidos, en general se alimentan de presas de pequeño tamaño que cazan y pescan. Tienen como principales presas roedores, otros micromamíferos, huevos, aves, reptiles, anfibios, peces e invertebrados acuáticos y terrestres (Sanz-Azkue *et al.*, 2008). Son oportunistas aunque tienen preferencias por determinados tipos de alimentos; por ejemplo, la marta tiene predilección por los micromamíferos. También se ha comprobado mediante análisis de heces de este mustélido, que en la zona montañosa de Ourense es consumidor de carroña (restos de corzo y jabalí) (Rosellini *et al.*, 2007; Fernández y Ruiz de Azua, 2009).

3.5.2. EL JABALÍ COMO HOSPEDADOR DE *Trichinella* spp.

La presencia de ungulados silvestres en Galicia es muy notoria; mientras que el corzo y jabalí son las más abundantes, existen pequeñas poblaciones de ciervo, rebeco y cabra montés. El corzo es el principal rumiante silvestre en Galicia y, en los últimos años su población se ha incrementado considerablemente, siendo más abundante en la parte oriental de Galicia. En el presente estudio, solo consideraremos al jabalí por ser uno de los principales hospedadores de *Trichinella* spp.; el resto de los ungulados silvestres no son hospedadores de este parásito a pesar de que excepcionalmente la bibliografía reporta dos casos de triquinelosis en corzos en Croacia y otro en un reno cazado en Rusia (Pozio, 2001a).

El término jabalí procede etimológicamente del árabe jabal-i, que literalmente significa “de monte”. Representa el origen genético de los actuales cerdos domésticos y se considera una de las especies de mamífero silvestre más ligadas al hombre desde tiempos prehistóricos (Rosell *et al.*, 2001). Hoy en día constituye un importante recurso económico y cinegético así como un elemento clave en los numerosos ecosistemas que ocupa.

Distribución. El jabalí es un omnívoro que pertenece a la familia Suidae integrada en el orden Artiodactyla (ungulados de número par de dedos). Tiene una amplia distribución en Europa, Asia y norte de África. Estudios de secuenciación de ADN mitocondrial, evidencian que su origen es el sudeste de Asia y a partir de ahí se extendió a Europa (Larson *et al.*, 2005). El jabalí cuenta, en general, con poblaciones abundantes en todas sus áreas peninsulares de distribución (Romero y Medellín, 2005).

En Galicia, el abandono progresivo de las tierras de cultivo ha propiciado una distribución en mosaico formado por parcelas de cultivo y extensiones medias o pequeñas de monte que constituyen el medio ideal para el jabalí. La diversidad de recursos vegetales a su disposición especialmente castaña y bellota, ha derivado en un incremento considerable de su población en las últimas décadas (Herrero, 2003; Bosch *et al.*, 2012).

El bosque autóctono constituido mayoritariamente por distintas especies del género *Quercus* (como el roble o el rebollo), castaños, abedules o fresnos, entre otras muchas especies caducifolias, crea un hábitat favorable por su disponibilidad trófica, resguardo en la cubierta vegetal y tranquilidad, donde el jabalí encuentra el ambiente idóneo para su supervivencia. A pesar de ello, se adapta extraordinariamente bien a todo tipo de hábitats, distribuyéndose ampliamente por toda la geografía gallega y peninsular (Bueno *et al.*, 2011).

Los daños que ocasiona en las cosechas y cultivos genera conflictos continuos que obligan a la administración y gestores cinegéticos a implementar acciones de control poblacional (Colino-Rabanal *et al.*, 2012), ya que el lobo, su predador natural, no es capaz de controlar el incremento poblacional en ausencia de brotes de enfermedades infectocontagiosas de elevada mortalidad (Segura *et al.*, 2014).

Ciclo biológico y etología. Esta especie sustenta su elevada capacidad reproductora en tres factores: la precocidad con la que alcanza la madurez sexual, su gestación relativamente corta, y la elevada media de crías por camada. La unidad básica es el grupo matriarcal compuesto por una o varias hembras adultas acompañadas de sus crías; otros núcleos están constituidos por machos jóvenes. Los machos adultos son solitarios. Durante el periodo de celo se observan grandes grupos formados por agregaciones de núcleos matriarcales a los que, temporalmente se unen los machos adultos, expulsando del grupo a los machos jóvenes del año anterior (Rosell, 1998; Rosell *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2006).

En la mayoría de las poblaciones, el jabalí presenta preferentemente actividad crepuscular y nocturna. Sin embargo cuando la perturbación humana escasea se aprecia también actividad en pleno día (García, 1993; Keuling *et al.*, 2008). La comida condiciona su abundancia en un área, pero la falta de tranquilidad motiva que los animales la abandonen. Tanto es así que los jabalíes que desarrollan su vida en zonas humanizadas y/o agrícolas manifiestan hábitos diferentes a los de zonas agrestes (Santos *et al.*, 2006).

El patrón más habitual de uso del dominio vital se caracteriza por la existencia de zonas centrales de ocupación frecuente donde ubican sus camas de descanso, y de sectores periféricos que utilizan más esporádicamente y que varían en función de la localización de los recursos alimentarios. Se han descrito áreas de campeo anuales de 12.000 a 15.000 ha en los machos y de hasta 6.000 ha en las hembras (Palomo *et al.*, 2007). La mayor parte de los animales que efectúan largos desplazamientos son machos, motivados porque los jóvenes son expulsados de las piaras en la época del celo (Fernández-Llario, 2006).

Los baños de barro desempeñan un importante papel en la ecología de la especie. Se considera que tienen varias funciones: aseguran su regulación térmica (ya que el jabalí no suda al tener las glándulas sudoríparas atrofiadas) y, además, tienen un importante papel en las relaciones sociales de la especie y en la selección sexual. Durante el verano usan los baños de barro todos los jabalíes, sin distinciones de sexo ni edad, y durante la época de celo parecen reservadas casi exclusivamente a los machos adultos, de modo que se ha considerado que estos baños pueden estar ligados a la persistencia de los olores corporales sobre un sustrato estable como el que proporciona una capa de barro adherida al pelo. Otras funciones de los baños de barro están relacionadas con la demarcación del territorio, la eliminación de rastro con los perros de caza y funciones sanitarias que tienen gran importancia para la especie (Rosell *et al.*, 2001; Fernández-Llario, 2005a, 2006).

Dieta. El jabalí es un omnívoro típico, dotado de una dentadura bien preparada, eficaz para triturar frutos secos y semillas, y dientes afilados para desgarrar y masticar carne. Su alimentación es variable dependiendo de la época del año, e incluye desde bellotas, castañas, almendras, frutos diversos, maíz, tubérculos y raíces de todo tipo, micromamíferos, roedores, aves, huevos, crías de todas las especies, reptiles, gusanos, etc. (Schley y Roper, 2003). Los jabalíes de menor edad consumen más alimento de origen animal, debido posiblemente a una mayor necesidad de proteínas en su dieta. Los caracoles y las lombrices de tierra son recursos muy apreciados. La necesidad de completar su aporte proteico hace que el jabalí consuma ocasionalmente carroñas (Sáenz de Buruaga, 1995).

La dieta del jabalí en España sigue el patrón general de predominio de la fracción vegetal, pero con presencia constante de fracción animal y con variaciones geográficas y estacionales que reflejan adaptaciones a la disponibilidad local y estacional de alimento (Venero, 1982; Palacios *et al.*, 1989; Abáigar, 1993; Valet *et al.*, 1994; Sáenz de Buruaga 1995; Baubet *et al.*, 1997; Herrero *et al.*, 2005). Sáenz de Buruaga (1995), en un estudio realizado en la Cordillera Cantábrica durante el otoño e invierno (n = 118 ejemplares) constató que la dieta del jabalí se basa durante el otoño e invierno en bellotas de roble, acículas de pino y hayucos, así como en carroñas de perro, conejo, corzo y ratón de campo, desempeñando los frutos del bosque un papel trascendental en la supervivencia del jabalí durante esta época de frío. Durante el verano y principios del otoño es frecuente que se dedique a buscar más en las huertas y campos agrícolas (Giménez-Anaya *et al.*, 2008).

Estimación de población. Las densidades de jabalíes citadas en España van desde menos de uno hasta 15 individuos/km², con grandes fluctuaciones interanuales. La tendencia de las poblaciones ibéricas en las últimas décadas muestra (al igual que en el resto de Europa) un fuerte incremento demográfico, que se atribuye a los cambios socioeconómicos que han comportado un progresivo

despoblamiento rural. El abandono de actividades tradicionales ha ocasionado un importante aumento de las superficies de bosque y matorral y el incremento de la agricultura intensiva (Romero y Medellín, 2005).

Como ya hemos comentado con anterioridad, el jabalí es una especie cinegética cuya caza está fuertemente arraigada en muchas zonas rurales. La expansión de sus poblaciones genera conflictos económicos y sociales, causados por el aumento de daños a cultivos agrícolas, colisiones con vehículos y aparición de jabalíes en áreas urbanizadas y periferias de grandes ciudades (Baquedano *et al.*, 2005; Díaz *et al.*, 2010).

La dificultad de realizar observaciones directas de jabalíes en la mayor parte de su ámbito de distribución, plantea notorios problemas para la realización de censos. Los valores de densidad que se facilitan en la Tabla 10 para las poblaciones ibéricas son estimaciones realizadas a partir de datos obtenidos durante la actividad cinegética. Los datos registrados en las batidas, adecuadamente tratados, permiten realizar valoraciones u obtener indicadores de densidad de las poblaciones (Fernández-Llario y Mateos-Quesada, 2005; Fernández-Llario, 2006).

Tabla 10. Abundancia de jabalíes (individuos/km²) estimada según batidas de caza o diferentes censos de animales vivos (Fernández-Llario, 2006).

Territorio	Densidad de población	Autores
Asturias (Somiedo)	0,85 - 1,30	Nores <i>et al.</i> (2000)
Navarra	2,26 - 3,1	Leranz y Castién (1996)
Burgos	3,51 - 4,66	Tellería y Sáez-Royuela (1986)
León	2,1 - 12,6	Purroy <i>et al.</i> (1988)
Huesca	2,8 - 4,2	Herrero <i>et al.</i> (1995)
Doñana	1,41 - 9,36	Fernández-Llario (1996)

El evidente carácter adaptativo de esta especie se aprecia en el ajuste de densidades ante las diferentes ofertas tróficas del medio; así, podemos observar cómo una población no sometida a presión cinegética y en donde no cuenta con impedimentos físicos de desplazamientos, los jabalíes alcanzan densidades muy elevadas (próximas a los 10 individuos/km²) en los lugares donde la oferta alimentaria es más alta. Justo lo contrario se observa en territorios poco propicios donde el alimento es escaso y disperso (como las zonas de matorral).

En 2008 se realizó un estudio piloto en Cataluña usando un método de trampeo fotográfico (captura-marcaje y recaptura mediante trampas fotográficas) dando como resultado 2,55-5,78 jabalíes/km² (Casas-Díaz *et al.*, 2012).

En Galicia se realizó un trabajo de la estima de población de corzo y jabalí en la provincia de Lugo durante el período 2010-2011, obteniéndose datos que oscilan entre 10.800 y 23.600 jabalíes en función del tipo de vegetación considerado (forestal y forestal más matorral) (Llaneza *et al.*, 2011).

3.5.3. LOS CÁNIDOS SILVESTRES COMO HOSPEDADORES DE *Trichinella* spp.

España cuenta con una rica comunidad de carnívoros silvestres que por su ubicación en la cúspide

de la pirámide trófica, pueden ser buenos indicadores de la presencia y frecuencia de enfermedades en el medio. En este trabajo nos referiremos al zorro rojo común (*Vulpes vulpes*, Linnaeus, 1758) y al lobo ibérico (*Canis lupus signatus*, Cabrera 1907), que por su amplia distribución y por sus hábitos alimenticios, pueden aportarnos información acerca de la presencia-ausencia y distribución de *Trichinella* en la zona de estudio.

3.5.3.1. El zorro

El zorro es un mamífero carnívoro de tamaño medio perteneciente a la familia Canidae. Dentro de esta especie se han descrito dos subespecies.

Distribución. El zorro se considera como el mamífero terrestre más ampliamente distribuido, ocupando casi todo el territorio de Europa, Asia, norte de África y América del Norte. Es una de las especies de carnívoros con mayor plasticidad ecológica, encontrándose en todo tipo de hábitats naturales (López-Martín, 2010).

En España el zorro es común en toda el área peninsular y está ausente en las islas Baleares y Canarias (López-Martín, 2010). Es más abundante en zonas muy humanizadas y cerca de basureros que le ofrecen una fuente alimenticia suplementaria. En Galicia los censos son mayores en las zonas periurbanas, próximas a granjas, mataderos, basureros, etc. (Díaz, 2009).

Ciclo biológico y etología. La mayor parte de la actividad de los zorros es nocturna, las hembras recorren distancias más largas durante la noche que durante el día. La unidad social básica de esta especie es la pareja, aunque pueden compartir territorio en función del hábitat grupos de hasta 6 ejemplares (normalmente un macho adulto junto a un número de 2 a 5 hembras). El macho colabora en el cuidado de las crías hasta que éstas abandonan la madriguera. Ocasionalmente, las hembras sin crías pueden ayudar en el cuidado de la descendencia de otra hembra, respecto a la cual son subordinadas. Tienen un complejo sistema de comunicación basado en expresiones faciales, vocalizaciones y marcaje. Los excrementos parecen jugar un importante papel en la comunicación olfativa de la mayoría de los carnívoros y tienen algunas ventajas sobre la orina debido a su mayor permanencia y a la circunstancia de que una vez desvanecido su olor perdurarían como señales visuales (Barja *et al.*, 2001). Los zorros marcan más y aumentan la detectabilidad de sus marcas de olores en zonas con mayor abundancia de conejos, posiblemente para defender los recursos tróficos del territorio frente a sus competidores (López-Martín, 2010).

Dieta. El régimen alimentario del zorro varía de unas zonas a otras y entre las diversas estaciones del año. Se le puede considerar omnívoro o carnívoro oportunista ya que su dieta incluye mamíferos, invertebrados, aves y frutos. Consume recursos más abundantes en un momento dado pero, cuando estos son escasos, adapta su dieta a cualquier tipo de alimento, lo que le permite vivir en gran variedad de hábitats (Delibes-Mateos *et al.*, 2007; Díaz-Ruiz *et al.*, 2013). Los topes también forman parte de su alimentación según un estudio realizado en la provincia de León (Hernández, 2005).

Un estudio en Baixa Limia (Ourense) refleja que uno de los factores por los que está disminuyendo la población de liebres es por la abundancia de depredadores oportunistas como el zorro, que ve aumentada su población al tener disponibilidad de materia orgánica procedente de basureros y despojos de granjas (Tapia y Domínguez, 2003).

La dieta del zorro también incluye ungulados, mayormente crías (Jarnemo y Liberg, 2005; Panzacchi *et al.*, 2008) o restos de cadáveres (Cagnacci *et al.*, 2003). En zonas rurales atacan a gallineros

y consumen basura o carroña de animales domésticos (Gortázar, 1997).

En habitats urbanos y periurbanos más de la mitad de la dieta del zorro la integran las basuras y las carroñas de animales domésticos, completando su alimentación con micromamíferos e incluyendo también lombrices de tierra y artrópodos (Fidalgo *et al.*, 2009). La disponibilidad y distribución del alimento es el principal determinante de la ocupación del territorio (Harris, 1977).

Estimación de población. En un estudio realizado por la Universidad de Santiago de Compostela, en colaboración con la FGC y con la Consellería de Medio Ambiente, se estimó la abundancia del zorro en Galicia mediante los datos anuales de los ejemplares cobrados y observados por los cazadores en las batidas de caza oficiales. En estas jornadas cinegéticas participa un número elevado de cuadrillas de caza y la superficie de estudio es amplia (20.000 a 70.000 ha) lo que ofrece datos reales y representativos de la situación de la comarca. La densidad media de la población invernal de zorros para Galicia entre el 2006-2008 fue de 2,71 ejemplares/Km². La densidad varió en función del hábitat y de la disponibilidad trófica existiendo una densidad media en áreas periurbanas de 3,88 zorros/km², e incluso, en lugares puntuales, la ratio se elevó hasta 5,36, lo que evidencia que los desechos orgánicos de las actividades del hombre suponen una fuente de alimento importante para el zorro. En España se han descrito variaciones regionales de 0,34 a 2,50 ejemplares/Km² en encinares de Burgos y zonas de regadío de Zaragoza (Tellería y Sáez-Royuela, 1986; Gortázar, 1997). En vista a este estudio, parece ser que en Galicia existe una de las mayores densidades de zorro descritas en la Península Ibérica (Fidalgo *et al.*, 2009; Rey y Díaz, 2013).

3.5.3.2. El lobo

El lobo ibérico es un mamífero carnívoro perteneciente a la familia Canidae. Abunda en el cuadrante noroccidental de España, siendo más abundante en las comunidades autónomas de Castilla-León y Galicia, donde está considerada una especie cinegética (Blanco *et al.*, 2007).

Distribución. Es un animal generalista que ocupa gran variedad de hábitats, mientras estos le aporten alimento y protección frente al hombre. En el mundo, existen diferentes subespecies de lobo que se distribuyen desde el ártico hasta los desiertos de Arabia, pasando por casi todos los medios excepto el bosque tropical (Blanco *et al.*, 2007).

Durante el siglo XX, el lobo fue perseguido en España con el ánimo de exterminarlo hasta la década de los 70. La mayor población se encontraba en las montañas del norte peninsular. Con el paso de estos últimos años, sus poblaciones se han ido extendiendo a casi todas las provincias de Castilla y León. Su situación no es tan favorable en Extremadura y en Sierra Morena donde únicamente sobreviven pequeñas poblaciones. España posee la población más grande de toda Europa occidental con más de 2.000 ejemplares (Blanco *et al.*, Cortés, 2002).

En las montañas que constituyen la Dorsal Gallega, principalmente en el noroeste de Pontevedra y el suroeste de A Coruña, se localiza una alta concentración de grupos familiares (Llaneza *et al.*, 2005).

Ciclo biológico y etología. El lobo es una especie eminentemente social y su comportamiento está determinado por las relaciones con otros miembros, con los que forma manadas con el fin de obtener ventajas en el medio de cara a la propia supervivencia. En los lobos, existe una relación estrecha entre categoría social, uso del hábitat y tasa de mortalidad (Blanco y Cortés, 2002). Las manadas son familias constituidas por la pareja reproductora y su descendencia nacida en los últimos años. Estos grupos familiares son más grandes en los territorios con abundante alimento, lo que permite a la

pareja reproductora compartirlo con un mayor número de descendientes. Las manadas españolas que viven en medios agrícolas presentan con frecuencia 10 o más ejemplares (Blanco *et al.*, 2007); este dato coincide con un estudio realizado en los Ancares lucenses donde se calculó que el tamaño de la manada oscilaba entre 6-7 lobos (Llaneza y Nuñez Quirós, 2009). Existe una tendencia a la monogamia en las parejas de lobos, la pareja reproductora de la manada es la dominante, es decir, el macho y la hembra alfa; los demás adultos y subadultos de la manada no se reproducirán a no ser que pasen a ocupar el puesto de dominante o que abandonen la manada para formar otra independiente. El control y la disciplina en la manada son fundamentales para que la caza en equipo tenga éxito (Montés, 2014). Los miembros del grupo señalan los límites del territorio con marcas olfativas consistentes en orina y excrementos que depositan, sobre todo, en los cruces de caminos o cortafuegos o también en promontorios donde se evidencian mejor (Barja *et al.*, 2004).

En el momento en que una manada se hace demasiado numerosa para que el territorio que ocupa pueda sostenerla, se produce de forma natural una disgregación de la misma. Uno o más individuos se separan de ella para formar su propia manada, la cual deberá encontrar un territorio propio que le proporcione las oportunidades de caza necesarias para su subsistencia (Blanco y Cortés, 2002).

Dieta. Los lobos se alimentan principalmente de ungulados de medio y gran tamaño además de roedores, aves y también de ganado doméstico. La dieta del lobo varía en las diferentes regiones, pero la dependencia del ganado y/o de los ungulados silvestres es un rasgo común en casi todo el país. El análisis de contenidos estomacales muestra resultados bastante homogéneos con una alimentación basada en ganado y en menor proporción en basura (quizá debido a la disminución de vertederos incontrolados). La actual gestión de cadáveres en las explotaciones ganaderas hace que se resienta la alimentación del lobo. En la zona de Ancares la dieta está constituida en un 90% por corzo y jabalí (Llaneza *et al.*, 2004). Las provincias de Lugo y Ourense albergan una mayor cantidad de biomasa disponible para el lobo en cuanto a ungulados silvestres se refiere (Llaneza y Núñez-Quirós, 2009).

El ganado doméstico criado en extensivo principalmente equino, pero también vacuno y ovino constituye una parte importante de la alimentación del lobo, bien por predación directa o por aprovechamiento de sus restos (placenta, abortos, cadáveres, etc.). Otra fuente de alimento la constituyen los restos de animales de granja y los vertederos incontrolados, cada vez en menor uso (Roque *et al.*, 2001; Llaneza *et al.*, 2005; Llaneza *et al.*, 2012).

Un estudio realizado con estómagos y excrementos recogidos en varios lugares de España entre 1970 y 1985 mostró importantes diferencias regionales: en la mitad occidental de Galicia, una zona con alta densidad de población, el lobo se alimentaba sobre todo de restos de gallineros, granjas de cerdos y de ganado. En este estudio, los ungulados domésticos constituyen el 63,2% de la biomasa en las cinco áreas estudiadas (Cuesta *et al.*, 1991).

Otros estudios realizados en Galicia han resaltado la importancia de los caballos y los perros en la dieta del lobo. La proporción de ungulados silvestres en relación a la de domésticos en la dieta depende de la disponibilidad de ambas clases de presa, como muestra otro estudio en heces de lobo en el noroeste peninsular (Blanco *et al.*, 2007). El consumo de corzo y jabalí se incrementa durante la temporada de partos de estos ungulados, debido a la mayor vulnerabilidad de los animales recién nacidos (Barja, 2009).

Estimación de población. Los lobos estaban extendidos por la mayoría de España durante el siglo XIX, pero la severa persecución redujo drásticamente las poblaciones durante el siglo XX, hasta alcanzar su área de distribución más reducida hacia 1970. Desde 1970 hasta 2002, el área de distribución se ha duplicado (Blanco *et al.*, 1990). El lobo presenta una enorme adaptabilidad y no precisa hábitats con

características especiales, solo alimento, algo de refugio y que el hombre no impida su desarrollo. En ambientes rurales muy humanizados los movimientos y dispersión de los lobos pueden ser muy frecuentes debido a molestias de carácter antrópico (cacerías, incendios, actividades agrarias y forestales, construcciones de nuevas infraestructuras, como los parques eólicos, etc.). Esto puede ocasionar una temprana dispersión y obligarles, por tanto, a ocupar zonas de baja calidad, pudiendo estar expuestos a accidentes, como son los atropellos, lazos, disparos, etc.) (Blanco y Cortés, 2002).

En diversos periodos y estudios realizados en Galicia se obtuvieron distintas densidades de población, muy variables dependiendo de la provincia (1,4-2,0 lobos/100 km² en A Coruña hasta los 3-4,4 lobos/100 km² en Pontevedra (Llaneza y Ordiz, 2003; Llaneza *et al.*, 2004). Se verifica que Pontevedra es la provincia gallega donde los lobos alcanzan mayor densidad y A Coruña la provincia con menor densidad (Llaneza *et al.*, 2005). Es imposible contabilizar el número total de lobos, por lo que la forma de estimar sus poblaciones es mediante el recuento de manadas. Según los últimos estudios realizados, en las 4 provincias gallegas se localizan 68 manadas, lo que equivale aproximadamente a 400-600 ejemplares, con una densidad de 1,68-2,49 individuos/100 km², lo que supone una quinta parte de los lobos ibéricos (Llaneza y Ordiz, 2003; Llaneza *et al.*, 2004; Ordiz *et al.*, 2005).

3.5.4. LOS MESOMAMÍFEROS COMO HOSPEDADORES DE *Trichinella* spp.

Dentro de este grupo carnívoros y omnívoros silvestres autóctonos de Galicia incluimos el tejón (*Meles meles* Linnaeus, 1766), y la nutria (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758), y otros alóctonos como el visón americano (*Neovison vison* Schreber, 1777) y el mapache (*Procyon lotor* Linnaeus, 1758) originarios del continente americano y cuyo origen está relacionado con las fugas o liberaciones intencionadas de ejemplares mantenidos en granjas peleteras, o bien por fugas de núcleos zoológicos o por sueltas de mascotas.

3.5.4.1. El tejón

Se trata de un mustélido de gran tamaño, de aspecto robusto y compacto en el que resaltan sus garras, largas y resistentes especializadas para la excavación. La cabeza presenta un hocico alargado, de color blanco con dos bandas negras que cubren los ojos, mientras que el cuerpo presenta un tono gris en la parte dorsal y más claro en la parte ventral (Palomo *et al.*, 2007).

Distribución. Se trata de una especie de distribución paleártica que está presente en casi todo el continente europeo con excepción del norte de Escandinavia y Rusia. Existe en la práctica totalidad de la geografía de nuestro país (con excepción de Baleares y Canarias), siendo un animal que evita las zonas densamente urbanizadas, esteparias y de agricultura intensiva (Palomo *et al.*, 2007).

Ciclo biológico y etología. Suelen ser animales muy territoriales que viven en grupos familiares integrados por la pareja reproductora y las crías del año. La abundancia de recursos alimenticios influye en la distribución poblacional (densidad) y en el tamaño de los grupos familiares (Kowalczyk *et al.*, 2003).

El tejón prefiere ambientes forestales o con cobertura vegetal, aunque selecciona el hábitat por la abundancia de alimento; no obstante, también pueden adaptarse con éxito a ambientes urbanos (Revilla *et al.*, 2000; Davison *et al.*, 2009; Delahay *et al.*, 2009). Es un animal esencialmente nocturno, con la costumbre de excavar varios túneles en la tierra que forman un complejo sistema de galerías (tejoneras) donde pasan una gran parte del tiempo (Palomo *et al.*, 2007).

Dieta. De carácter omnívoro, el tejón se alimenta de elementos vegetales (raíces y frutos), moluscos y otros invertebrados, anfibios, reptiles, pequeños vertebrados y carroña (Palomo *et al.*, 2007). El grado de transformación del hábitat por los humanos afecta los hábitos de alimentación del tejón; en los bosques se alimenta principalmente de lombrices de tierra, mientras que en las tierras de cultivo consume cereales y frutos (Goszczyński *et al.*, 2000; Zabala *et al.*, 2002; Fischer *et al.*, 2005; Rosalino *et al.*, 2005).

Estimación de población. El tamaño de los grupos se correlaciona positivamente con la disponibilidad de alimento. En zonas con pocos recursos tróficos como es el bosque de alcornoque en el sureste de Portugal, se encontraron las densidades de población más bajas registradas en Europa Occidental, calculada en 0,36-0,48 tejones/km² (Rosalino *et al.*, 2004), mientras que en Luxemburgo la densidad alcanza valores de 0.78 tejones/Km² (Schley *et al.*, 2004). No se puede hablar de una abundancia media homogénea de la especie en un país determinado, ya que el tejón se caracteriza por presentar altas densidades en puntos concretos y mínimas en otros no muy alejados de los anteriores (Paniagua *et al.*, 2005). Así en algunas áreas el noroeste peninsular, en zonas de pastoreo de tierras bajas, se han descrito recientemente densidades de 3,81 ejemplares/Km² (Acevedo *et al.*, 2014).

3.5.4.2. La nutria

Es el mustélido semiacuático de mayor tamaño de la Península Ibérica. Presenta pelo denso de color pardo oscuro y una especie de babero con pelaje más claro, cuello corto y ancho, con una gran cola gruesa y musculosa acabada en punta y dotada de garras fuertes con dedos palmeados (Palomo *et al.*, 2007).

Distribución. Su área de distribución es amplia, se extiende desde Portugal hasta Japón, desde el norte de Europa y Asia a orillas del Mediterráneo e Indonesia (Conroy y Chanin, 2000).

En la Península Ibérica es más abundante en la mitad noroccidental y está ausente en las Islas Baleares y Canarias. Existe una correlación positiva entre la abundancia de la nutria y la abundancia de precipitaciones así como una correlación negativa con el grado de humanización de la zona y contaminación acuática (Clavero *et al.*, 2010). En Galicia normalmente las nutrias están presentes en hábitats costeros y fluviales pero, en algunos casos, pueden utilizar temporalmente hábitats artificiales como viejas explotaciones mineras de arcilla o construcciones hidráulicas con fines agroganaderos (balsas de agua) (Ayres y García, 2009).

Ciclo biológico y etología. Es un animal de costumbres solitarias, con excepción de la época de celo y crianza de la prole. Las áreas de campeo son grandes, de decenas de kilómetros, ligadas a ambientes acuáticos. Son animales de actividad crepuscular y nocturna, aunque en determinados lugares o épocas del año pueden mostrarse más diurnas (Foster-Turley *et al.*, 1990; Ruiz-Olmo *et al.*, 1991; Quaglietta *et al.*, 2014).

Dieta. Son carnívoros y piscívoros, donde los peces componen la fracción predominante de la dieta, aunque también capturan otros vertebrados (pequeños mamíferos, aves, reptiles y anfibios), cangrejos o insectos. De manera excepcional consumen carroña o materia vegetal (Copp y Roche, 2003; Parry *et al.*, 2011; Almeida *et al.*, 2012). En un análisis de excrementos realizado en Galicia se ha comprobado que su alimentación se basa en peces (con especial predilección por las truchas de tamaño mediano) y anfibios, presentando variaciones según las épocas del año. En primavera e invierno (épocas más lluviosas) consumen más anfibios, mostrando preferencia por los anuros ante los urodelos (Callejo, 1988).

Estimación de población. No existen estudios actualizados sobre el tamaño poblacional en Galicia. Las densidades oscilan entre 0,05 y 1,0 ejemplares/km de río, aunque en algunas zonas concretas podrían ser algo superiores (Palomo *et al.*, 2007). En un estudio realizado en Baixa Limia (Ourense) su presencia aparece asociada a las principales masas de agua (embalses de Lindoso y Salas) ya que en estos medios dispone de más recursos tróficos (Domínguez *et al.*, 2012).

3.5.4.3. El visón americano

Es un mustélido de tamaño medio, de color oscuro con manchas blancas en la barbilla y el labio inferior y a veces en la parte ventral. Presenta un cuerpo fusiforme, alargado y delgado, patas cortas y robustas con una cola larga y tupida (Palomo *et al.*, 2007).

Distribución. El visón americano es una especie originaria de Norteamérica que fue introducida en el continente europeo hacia 1920 por parte de la industria peletera con fines comerciales. Se han originado como consecuencia de fugas de animales de granja. En la Península Ibérica los primeros ejemplares fueron introducidos a final de la década de los 50, si bien es a partir de los ochenta cuando las granjas alcanzan su máximo apogeo, con especial concentración de explotaciones en Galicia. El primer hallazgo de esta especie semiacuática en libertad tuvo lugar en territorio gallego y actualmente hay poblaciones en expansión en distintas provincias españolas de Asturias, Cantabria, País Vasco, Navarra, Aragón, Cataluña, La Rioja, Castilla y León, Madrid, Castilla-La Mancha, Extremadura y Comunidad Valenciana (Melero y Palazón, 2011).

Ciclo biológico y etología. Es un animal territorial, ligado al medio acuático que prefiere hábitats con buena cobertura vegetal, donde encuentra el lugar idóneo para construir sus madrigueras. La selección del territorio viene definida por: tipo y densidad de vegetación, presencia de cursos de agua, disponibilidad y distribución de presas y refugios. Tienen una gran capacidad de dispersión. Emplea el marcaje oloroso (orina y heces) y visual (heces) es empleado como forma de comunicación y de delimitación del territorio (Melero y Palazón, 2011).

Dieta. El visón americano es un predador oportunista y generalista. Su dieta está compuesta por invertebrados de todo tipo, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (micromamíferos y lagomorfos). De manera ocasional consume frutos y carroña (Palomo *et al.*, 2007). En Galicia y en los ambientes mediterráneos, los cangrejos, peces y los micromamíferos parecen ser las presas principales (Melero y Palazón, 2011).

Estimación de población. De los estudios más completos sobre las poblaciones silvestres en España se observó la gran variabilidad que existe de densidad de población, con valores de 0,2-2,3 visones/ Km de río en Galicia, hasta 1,16 visones/Km de río en Cataluña (Melero y Palazón, 2011).

3.5.4.4. El mapache

Este prociónido de tamaño medio está presente desde hace muy pocos años en libertad en zonas muy concretas de la Península Ibérica. Se trata de una especie exótica invasora con tendencia a la expansión territorial, procedente de sueltas irresponsables de ejemplares mantenidos en cautividad como animales de compañía. De orejas puntiagudas, hocico largo y cola peluda, tiene cinco dedos en cada extremidad, el cuerpo es rechoncho con un pelaje largo y denso y la coloración pardo-grisácea y gris más claro en la parte ventral, con manchas negras características que rodean los ojos, como si el animal llevara un antifaz. La cola presenta un dibujo anillado, con seis o siete bandas pardo oscuras

o negras.

Distribución. El mapache es originario del continente americano, pero se introdujeron en Europa y Asia por lo que ahora su distribución es amplia al tratarse de un animal que se adapta a gran cantidad de hábitats (Beltrán-Beck *et al.*, 2012).

Ciclo biológico y etología. Presenta hábito nocturno. Generalmente es solitario pero tiene comportamientos de interacción social de acuerdo al género, caracterizado porque las hembras pueden compartir espacio común y los machos se agrupan para defenderse.

Dieta. Mantiene una dieta omnívora y es un depredador oportunista. La dieta se compone de invertebrados, materia vegetal y un porcentaje de especies vertebradas. En primavera y principios de verano consume una gran cantidad de insectos y gusanos. A finales de verano y en otoño se alimenta de fruta fresca y frutos secos que le permiten almacenar grasa, en vista de la llegada del invierno. En pocas ocasiones le dedica tiempo a la caza de presas grandes pues prefiere los alimentos más fáciles de obtener: peces, anfibios y huevos. Además, en las zonas urbanas y suburbanas, el mapache ha encontrado en la basura una fuente disponible de alimento (Ceballos-Escalera *et al.*, 2013).

Estimación de población. En España están apareciendo poblaciones incipientes. En concreto en los alrededores de Madrid hay poblaciones establecidas desde 2003, y también hay constancia en Castilla-La Mancha, País Vasco y Galicia. La población presente en Galicia, parece que está restringida a unos pocos ayuntamientos del centro de la provincia lucense y se cree que su origen está relacionado con una fuga de ejemplares procedentes de un parque zoológico (Ceballos-Escalera *et al.*, 2013).

3.5.5. INTERACCIONES INTRA E INTERESPECÍFICA

La depredación es un tipo de interacción biológica en la que un animal de una determinada especie (predador) caza a otro individuo (presa) para alimentarse. Un mismo individuo puede ser depredador de algunos animales y a su vez presa de otros. En la depredación hay un individuo perjudicado que es la presa, sin embargo, esta relación es más compleja de lo que a primera vista aparenta, pues se ha comprobado que no solo el depredador ejerce una acción sobre el control del número de presas, sino que estas últimas también condicionan el número de depredadores que puede sostener dicho ecosistema (Abrams y Ginzburg, 2000; Miller *et al.*, 2006; Abrams, 2014). La naturaleza compleja de las interacciones depredador-presa en grandes mamíferos terrestres, demuestra que diferentes carnívoros que se aprovechan de la misma especie de presa pueden ejercer un impacto demográfico diferente, incluso en el mismo contexto ecológico, como consecuencia directa de sus patrones de depredación (Gervasi *et al.*, 2012).

En este sentido podemos mencionar un estudio realizado en Polonia sobre la relación del lobo con sus presas (el ciervo, jabalí y alce). Los resultados demostraron que las dietas de los lobos cambian de acuerdo a las densidades de las poblaciones del ciervo. Cuando la abundancia del ciervo es baja, suelen consumir en mayor grado a los organismos de las otras especies de ungulados, manteniendo así una estabilidad en la relación depredador-presa (Jędrzejewski *et al.*, 2000).

En un estudio de los patrones de selección de presas del lobo ibérico realizado desde mayo de 1998 hasta octubre de 2002 en el noroeste de España, en una zona donde existe diversidad de ungulados silvestres y domésticos, el análisis de 593 excrementos de lobo mostró que los ungulados silvestres se consumieron preferentemente sobre otras presas (es decir, los ungulados domésticos, carnívoros y lagomorfos). El corzo fue la presa más importante, seguido de ciervo y jabalí (Barja, 2009). Esto mismo

sucede en otras partes de Europa como Alemania del Este (Ansorge *et al.*, 2006).

En las montañas de la mitad occidental de Galicia, existe una baja densidad de ungulados silvestres, predominando el ganado equino y bovino en extensivo. Se producen bajas que afectan a los potros y terneros principalmente durante dos temporadas: primavera (durante el nacimiento de los animales) y otoño (cuando los cachorros de lobo cazan con los adultos generando una necesidad creciente de alimentos). Este impacto sobre la ganadería ocasiona que la administración tenga que pagar los daños debidos al ataque de lobo a la ganadería y recomienda entre otros, el uso de perros pastores (mastines) como medidas amortiguadoras de la predación del lobo sobre ungulados domésticos. En otros países como Polonia, Rumanía y Finlandia, que poseen importantes poblaciones de ungulados silvestres, se producen menos ataques al ganado doméstico (Llaneza *et al.*, 2012; López-Bao *et al.*, 2013).

La presencia de lobos puede también influenciar y condicionar las poblaciones de otros predadores con los que compite o preda, como los zorros, cuando no tienen disponibles otras fuentes de alimento (Llaneza *et al.*, 2012).

El zorro, como predador oportunista que es, consume todo tipo de recursos tróficos que le ofrece el medio; como ya hemos indicado repetidamente, su dieta se compone de pequeños mamíferos y aves, huevos, pollos, invertebrados, vegetales, fruta y carroña, incluyendo los restos de alimentación humana. La predación sobre lagomorfos es muy significativa aunque no está cuantificada exactamente (Fidalgo *et al.*, 2009).

Gracias a la relación presa-predador, los estudios referentes a los carnívoros silvestres permiten conocer, con más exactitud, cuál es la epidemiología que presentan determinados agentes infectocontagiosos en el medio natural, destacando sobre todo los parásitos que tienen un ciclo biológico indirecto en el que participan hospedadores intermediarios y definitivos que actúan como presa y predador. Por ello, los estudios que abordan los hábitos alimenticios de los carnívoros silvestres son un excelente complemento para analizar los posibles factores de riesgo que intervienen en el anidamiento y dispersión de estos agentes infectocontagiosos en la Naturaleza.

La disponibilidad de carroñas asociadas tanto a mortalidad natural (predación, hambruna y enfermedades) como derivada de los usos humanos (ganadería, caza deportiva y accidentes) puede ser muy elevada (10-102 kg/km²) y supone un recurso clave para el mantenimiento de las poblaciones de carnívoros y aves. El jabalí es uno de los consumidores más importantes de carroñas generadas por la caza mayor (Espadas *et al.*, 2010). Habitualmente se consideran especies carroñeras obligadas aquellas cuya alimentación depende casi exclusivamente de animales muertos, si bien existen especies de vertebrados que pueden consumir carroña si se presenta la oportunidad, pero que esta no es una parte fundamental de su alimentación (son especies carroñeras facultativas); en este grupo se encuadran numerosas especies de mamíferos carnívoros y omnívoros, como el lobo, zorro, oso, jabalí, mustélidos y roedores. También aves rapaces como el águila real y los córvidos (Sánchez-Zapata, 2012).

En un estudio realizado en el bosque de Białowieża al este de Polonia, donde se hizo seguimiento de cadáveres y de especies carroñeras, se observó que los cadáveres de ungulados (ciervo y jabalí) fueron los más abundantes y que su consumo aumentó durante el invierno. Las especies carroñeras más importantes fueron aves y por orden de frecuencia de carroñeo el zorro, perro mapache, lobo, marta y jabalí (Selva, 2004).

En este contexto, la supervivencia de larvas de *Trichinella* spp. en la carroña facilita la transmisión de este parásito entre la fauna silvestre. Los carnívoros debido a sus hábitos caníbales y/o carroñeros desempeñan el papel más importante en la epidemiología de la triquinosis, ya que mantiene el

ciclo silvestre (Pozio, 2000). De hecho, se ha detectado la presencia de este parásito en más de 80 especies de carnívoros, siendo el zorro la especie más estudiada y además, la que está considerada como el reservorio más importante de *T. britovi* en la Naturaleza. Entre los ungulados también el jabalí juega un rol destacado como el mayor reservorio de *T. spiralis* en el medio natural, y su consumo sin control sanitario previo es una de las causas más importantes de la triquinosis humana en los países desarrollados (Pozio, 2000; Magalhaes *et al.*, 2004; Pozio, 2005a; Cabaj, 2006; Frey, Schuppers, Eidam *et al.*, 2009; Pozio, Rinaldi *et al.*, 2009).

Los animales sinantrópicos (ratas, zorros, mustélidos, gatos, perros, etc.) contribuyen al flujo de *T. britovi* desde la fauna silvestre a los animales domésticos, así como de *T. spiralis* desde el ganado y animales de compañía hacia la fauna silvestre. Por este motivo, la intervención humana asociada a una mala gestión de las explotaciones agropecuarias (falta de barreras de bioseguridad, no control de las poblaciones de roedores, gestión inadecuada de cadáveres, etc.) y de la caza (dejar cadáveres abandonados en el monte) influyen en los patrones de transmisión de *Trichinella* spp. entre los hábitats doméstico y selvático (Pozio, 2000). Solo este hecho puede explicar la presencia de *T. spiralis* en mustélidos en el Delta del Danubio (Oltean *et al.*, 2014) o en el 53% de los aislamientos en fauna silvestre de los Balcanes (Zivojinovic *et al.*, 2013).



MATERIAL Y MÉTODOS





4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. ANIMALES EXAMINADOS Y ÁREA DE ESTUDIO

El grupo de estudio considerado en la presente memoria de doctorado está constituido por siete especies de fauna silvestre de Galicia, cinco de ellas autóctonas y dos alóctonas. En todas estas especies se ha citado en trabajos de investigación previos, la presencia de larvas de *Trichinella* spp. o se consideran susceptibles de la parasitación. La siguiente tabla recoge el número total de animales y las especies analizadas para detectar la presencia de este nematodo zoonótico.

El área de estudio comprende las cuatro provincias gallegas. En las especies cinegéticas, el muestreo supone una parte importante de la superficie cazable y representativa de todos los ecosistemas presentes en Galicia.

Tabla 11. Resumen con los principales datos de las especies silvestres analizadas. Sombreadas las dos especies alóctonas.

Familia	Especie	Periodo	Nº	%	Total
Suidae	Jabalí (<i>Sus scrofa</i>)	2008-2015	6.451	80,9	6.451
Canidae	Zorro común (<i>Vulpes vulpes</i>)	2006-2015	1.196	15,0	1.296
	Lobo ibérico (<i>Canis lupus signatus</i>)	2006-2015	100	1,3	
Mustelidae	Tejón (<i>Meles meles</i>)	2006-2015	29	2,4	1.95
	Nutria europea (<i>Lutra lutra</i>)	2010-2014	13		
	Visón americano (Neovison vison)	2006-2015	153		
Procyonidae	Mapache boreal (<i>Procyon lotor</i>)	2013-2014	32	0,4	32
TOTAL			7.974	100%	7.974

4.2. PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS

Dependiendo del grado de protección de cada especie silvestre, el origen y la obtención de muestras para este trabajo fue diferente. Todas las especies de fauna silvestre autóctonas se encuentran protegidas por ley. En la comunidad autónoma de Galicia, el jabalí y el zorro se consideran especies susceptibles de aprovechamiento cinegético dentro de las limitaciones temporales (época de caza) o espaciales (en casi todo el territorio excepto en algunos espacios protegidos) que las autoridades competentes en materia medioambiental determinen. Las especies exóticas invasoras, visón americano y mapache, pueden cazarse, capturarse o eliminarse durante todo el año. Una situación excepcional es la del lobo, ya que en Galicia está catalogado como especie cinegética no cazable, es decir, en casos muy puntuales de daños a la ganadería y previa autorización expresa, puede cazarse en batidas muy controladas. Seguidamente describiremos con más detalle el muestreo que se realizó en cada una de las especies analizadas en nuestro estudio.

Muestreo de jabalí. Al tratarse de una especie abundante y ampliamente distribuida por todo el territorio gallego, con aprovechamiento cinegético en prácticamente todo él, la inmensa mayoría de las muestras de jabalí se obtuvieron a partir de ejemplares abatidos en jornadas de caza, en colaboración con la FGC, la administración, las asociaciones cinegéticas, que representan a más de medio centenar de

TECORES colaboradores de las cuatro provincias gallegas, así como clínicas veterinarias colaboradoras que nos han remitido las muestras de sus clientes para el estudio de triquinosis y, también, cazadores a título particular. Estas actividades se regulan por la *Orden Anual de Vedas*, que establece el periodo legal de caza que, normalmente en Galicia, se llevan a cabo desde finales de verano (septiembre) hasta finales del invierno (febrero). Una pequeña parte de las muestras procedió de los centros de recuperación a partir de jabalíes atropellados o que han sufrido otro tipo de traumatismos (atrapados en pozos y canales), caza ilegal (lazos) o animales enfermos que fue necesario sacrificar o murieron durante su tratamiento; estas muestras abarcan todo el año.

El 21,3% de las muestras de jabalí fueron aportadas por la propia administración. La Dirección General de Producción Agropecuaria de la Consellería do Medio Rural e do Mar (Xunta de Galicia) se encarga de llevar a cabo el *Plan de Vigilancia Sanitaria de la Fauna Silvestre en Galicia*, con el fin principal de conocer la implicación de los animales silvestres en la epidemiología de las enfermedades compartidas con el ganado doméstico (de especial interés, la brucelosis y tuberculosis) y la incidencia de determinadas zoonosis en la fauna silvestre, entre las que se encuentra la triquinosis. Para ello los equipos veterinarios de campo recogen las muestras de los jabalíes capturados por las cuadrillas de cazadores y son enviadas al Laboratorio de Sanidad y Producción Pecuaria de Galicia (LASAPAGA), que posteriormente remite al laboratorio del matadero municipal de O Saviñao (Lugo), donde se realizaron los análisis para la detección de larvas de *Trichinella* spp.

Tabla 12. Número de jabalíes muestreados en cada provincia gallega.

PROVINCIA	JABALÍES MUESTREADOS	% SOBRE EL TOTAL
A Coruña	698	10,82
Lugo	2.841	44,04
Ourense	2.422	37,54
Pontevedra	490	7,60
TOTAL	6.451	100

El mayor número de muestras de jabalí aportadas, correspondió a las provincias de Lugo y Ourense. La descripción de las muestras por sexo y edad se indica en la siguiente tabla.

Tabla 13. Jabalíes muestreados según sexo y grupo de edad.

ESPECIE	SEXO		EDAD	
	MACHO	HEMBRA	JOVEN	ADULTO
JABALÍ (n)	3.324	3.127	1.953	4.498

Muestreo de zorro. Menos de un 2% de las muestras de zorro procedieron de los ejemplares ingresados o recogidos en los CRFS de Galicia. El grueso del muestreo de zorro se realizó a partir de las competiciones cinegéticas organizadas o coordinadas por la FGC, que normalmente tienen lugar durante los fines de semana entre noviembre y febrero. Al finalizar la jornada de caza, las cuadrillas de caza entregan los ejemplares abatidos en el puesto de control veterinario (de los que forman parte

los miembros de este equipo de investigación) donde todos los zorros se identifican, se localizan geográficamente y se examinan, para posteriormente proceder a la toma de muestras.

Tabla 14. Número de zorros muestreados en cada provincia gallega.

PROVINCIA	ZORROS MUESTREADOS	% SOBRE EL TOTAL
A Coruña	206	17,22
Lugo	661	55,27
Ourense	67	5,60
Pontevedra	262	21,91
TOTAL	1.196	100

El mayor número de muestras de zorro según el lugar de procedencia, correspondió a las provincias de Lugo, Pontevedra y A Coruña, siendo menor la cantidad recogida en la provincia de Ourense. El número de muestras según el sexo y la edad pueden verse en la siguiente tabla.

Tabla 15. Zorros muestreados según sexo y grupo de edad.

ESPECIE	SEXO			EDAD	
	MACHO	HEMBRA	JOVEN	ADULTO	GERONTE
ZORRO (n)	676	520	421	599	176

Muestreo de lobo. Las muestras de lobo se obtuvieron de los ejemplares ingresados en los 4 centros de recuperación de fauna silvestre (CRFS) gallegos: O Veral (Lugo), Cotorredondo (Pontevedra), Santa Cruz (A Coruña) y O Rodicio (Ourense), dependientes de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza de la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras (Xunta de Galicia). Solo 5 lobos procedieron de batidas legales organizadas para el control de daños a la ganadería.

La mayor parte de los lobos llegaron muertos a los CRFS, entre otras causas, porque las autoridades medioambientales recogen los cadáveres de todos los lobos para distintos estudios, con independencia de su estado de conservación. A todos los ejemplares se les practica de forma rutinaria una necropsia reglada para intentar establecer la causa de la muerte, así como para recoger las medidas biométricas y realizar la toma de distintos tipos de muestras destinadas a diferentes estudios. El motivo principal del ingreso de los lobos en los CRFS gallegos fueron, con diferencia, los accidentes de tráfico, seguido de otros traumatismos (coces, caídas en canales o pozos, etc.), retenciones en lazos ilegales y, en menor medida, la caza furtiva, la sospecha de envenenamiento y las enfermedades infectocontagiosas (como moquillo o sarna sarcóptica).

Tabla 16. Número de lobos muestreados en cada provincia gallega.

PROVINCIA	LOBOS MUESTREADOS	% SOBRE EL TOTAL
A Coruña	35	35
Lugo	42	42
Ourense	3	3
Pontevedra	20	20
TOTAL	100	100

La distribución de muestras de lobo por provincias corresponde a Lugo (42), A Coruña (35), Pontevedra (20) y Ourense (3). El número de muestras de lobo según el sexo y la edad se indican en la siguiente tabla.

Tabla 17. Lobos muestreados según sexo y grupo de edad.

ESPECIE	SEXO		EDAD	
	MACHO	HEMBRA	JOVEN	ADULTO
LOBO (n)	50	50	43	57

Muestreo de tejón y nutria. Todas las muestras de tejones y nutrias procedieron de ejemplares ingresados en los CRFS gallegos debido a atropellos y, en menor medida, de animales atrapados en lazos ilegales (tejones), traumatismos diversos y enfermedades infectocontagiosas.

Las muestras de tejón procedieron en su mayoría de las provincias de Lugo (11) y Pontevedra (9), seguido de A Coruña (5) y Ourense (4).

Las muestras de nutria procedieron de las provincias de Pontevedra (9), A Coruña (2) y Lugo (2).

Muestreo de visón americano y mapache. El visón americano es una especie exótica invasora ampliamente establecida desde hace años en la geografía gallega, procedente de sueltas ilegales o escapes de granjas peleteras. La administración autonómica organiza su control poblacional en lugares de alto valor medioambiental, como reservas y parque naturales o en las cercanías de piscifactorías para minimizar su impacto ambiental o económico. Los visones americanos empleados en este estudio procedieron principalmente de la provincia de Lugo y, en menor número, de las otras tres provincias gallegas. Un pequeño porcentaje de los ejemplares fueron capturados en las islas Cíes, gracias a la colaboración con otros grupos de investigación que realizan estudios de su impacto en el ecosistema insular y el control poblacional.

El lote de mapaches se recogió en la cuenca del río Miño en el entorno de Lugo, donde desde hace pocos años se realiza un trapeo para el control de esta población alóctona, procedente de un escape accidental. Las muestras se obtuvieron gracias a la colaboración del personal encargado de coordinar el trabajo de campo.

El número de muestras de mustélidos y prociónidos según el sexo y grupo de edad se indican en la siguiente tabla.

Tabla 18. Mustélidos y prociónidos según sexo y edad.

ESPECIE	SEXO		EDAD	
	MACHO	HEMBRA	JOVEN	ADULTO
TEJÓN (n)	15	14	7	22
NUTRIA (n)	10	3	5	8
VISÓN AMERICANO (n)	97	56	74	79
MAPACHE (n)	8	24	13	19

4.3. TOMA DE DATOS Y REMISIÓN DE LAS MUESTRAS AL LABORATORIO

La toma de muestras se llevó a cabo directamente por miembros de nuestro grupo de investigación o gracias a la colaboración de veterinarios (administración, centros de recuperación, equipos de campo o clínicos) o los propios cazadores (pertenecientes a TECORES o particulares).

Cada muestra de músculo esquelético se conservó por separado en una bolsa de plástico con autocierre, se identificó individualmente con un código alfanumérico y, seguidamente se anotaron en una ficha de campo los siguientes datos de cada animal:

- Datos del remitente.
- Localización lo más exacta posible de la zona de captura o recogida (lugar, parroquia, ayuntamiento y provincia). Para facilitar el estudio, en el análisis estadístico de los resultados sólo se ha tenido en cuenta el ayuntamiento y provincia de procedencia de los animales muestreados. No obstante, en previsión de que apareciesen casos positivos a *Trichinella* spp., siempre que fue posible se procedió a georreferenciar, con la mayor precisión posible, el punto donde fue capturado o abatido cada animal.
- Tipo de muestra, indicando los músculos que fueron muestreados.
- Fecha de la muerte del animal y fecha de toma de muestras, si son distintas.
- Conservación del cadáver o de la muestra hasta su estudio: fresca (refrigerada a 4°C) o congelada a (-20°C).
- Sexo del animal.
- Grupo de edad. Se han establecido tres grupos de edad: joven, adulto o geronte, teniendo en cuenta el desarrollo corporal (completo o no), capa, estudio de la dentadura (erupción, desarrollo y desgaste de las piezas dentales) o el desarrollo de los genitales externos o internos (en caso de realizar necropsia). A la hora de plasmar los resultados, el grupo de los gerontes solo se ha tenido en cuenta en el apartado de los zorros, porque constituyeron un porcentaje considerable; en las restantes especies, los gerontes supusieron un porcentaje tan pequeño (o nulo, en algunas casos) del total de las poblaciones estudiadas que, para facilitar el tratamiento estadístico, se englobaron en el grupo de los adultos. En el caso concreto de los zorros, la categorización de los grupos de edad se ha hecho en base a la descripción dentaria establecida por Harris (1978).

Cantidad y músculos de la muestra. En este trabajo de tesis doctoral no se ha tenido en cuenta ninguna muestra que no cumpliera los requisitos mínimos exigidos en cuanto a cantidad (mínimo 50 g) y calidad (incluir, al menos, un músculo de predilección según los organismos internacionales, ICT). Una parte de esta muestra se empleó para realizar la primera digestión artificial en grupo (digestión en pool), y el resto se conservó para repetir la prueba, con cada muestra individual, en el caso de que el pool resultase positivo a la presencia de larvas de *Trichinella* spp.

Cuando nuestro equipo de investigación realizó directamente el trabajo de campo, siempre se recogieron muestras de 100 g como mínimo, y de distintos paquetes musculares. Cuando el muestreo lo realizaron otras personas, la cantidad remitida fue menor, pero nunca inferior a 50 g, y preferiblemente de distintas localizaciones anatómicas, siguiendo nuestras recomendaciones, incluyendo siempre

músculos del sitio de predilección recomendado por la ICT (Gamble *et al.*, 2000).

La mayoría de las muestras de jabalíes procedían de los pilares del diafragma, pero también de los maseteros, lengua y músculos de la base de la lengua. En casos muy contados, y al disponer del animal entero, se tomaron también muestras de músculos intercostales y de la extremidad torácica. En el zorro se recogieron muestras de los músculos del antebrazo, así como de la lengua o maseteros en algunos casos, para no estropear la piel. En el lobo, nutria, tejón y mapache, donde se practica la necropsia habitualmente, siempre se tomaron músculos de las extremidades torácicas, además del diafragma y, ocasionalmente, de los maseteros. En los ejemplares de menor envergadura, como el visón americano, se muestrearon ambas extremidades torácicas (y también las pelvianas) para obtener la mayor cantidad posible de musculatura estriada, dado que el diafragma, el masetero y la lengua supusieron una cantidad muy escasa de tejido muscular.

Todas las muestras fueron mantenidas en neveras portátiles con condensadores de frío hasta su remisión al laboratorio. Una vez en el laboratorio, las muestras se mantuvieron refrigeradas a 4°C si el análisis de digestión artificial para detectar las larvas se podía realizar en un período corto de tiempo tras la muerte del animal (menos de 5 días), pero cuando era previsible superar este periodo se optó por la congelación a -20°C.

4.4. PROCESADO DE LAS MUESTRAS

Las muestras fueron analizadas por el método oficial de referencia (digestión artificial de muestras colectivas con utilización de un agitador magnético), regulado por el Reglamento (CE) 2075/2005 de la Comisión Europea, actualmente derogado por el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1375 de la Comisión de 10 de agosto de 2015.

Este trabajo de investigación se desarrolló al amparo de un convenio de colaboración establecido entre la Consellería de Sanidade y la Universidad de Santiago de Compostela para la realización de la presente tesis doctoral. Por ello, las pruebas de digestión se realizaron en el laboratorio oficial del matadero municipal de Escarón (ayuntamiento de O Saviñao, provincia de Lugo), que cuenta con la estructura y material fungible necesario para realizar la técnica de digestión artificial de las muestras de musculatura.

4.4.1. DIGESTIÓN ARTIFICIAL

Una vez recibidas las muestras en el laboratorio oficial del matadero y tras anotar el código de identificación de la muestra en la base de datos, el procedimiento que se realizó es el siguiente:

- Se eliminó la grasa y fascias de cada muestra de musculatura, así como los restos (pelos, restos de hierba, sangre seca) que pudieran entorpecer la correcta digestión de la muestra.
- Se pesaron 10 g de cada muestra de jabalí y 20 g en el caso de que la muestra correspondiese a otra especie. En todos los casos, se tuvo la precaución de conservar el resto de la muestra con el fin de contar con una cantidad suficiente de musculatura para repetir el análisis en caso necesario.
- Se juntaron en un mismo contenedor estéril las muestras correspondientes a 10 jabalíes o, en el caso de las restantes especies estudiadas, de 5 ejemplares, hasta completar un peso total

de 100 g. Se anotó el número de identificación de cada muestra que componía el pool.

- Posteriormente se trituró el pool de muestras en una picadora automática hasta conseguir un producto picado y homogéneo.
- Se añadieron 10 g de pepsina a la muestra triturada (actividad diastásica 1/10.000 NF de la marca DINKO®).
- En un vaso de precipitados, donde previamente se habían calentado 2 litros de agua a una temperatura de 47°C y en el que se habían añadido 16 ml de ácido clorhídrico al 25%, se vertió el preparado anterior y se mantuvo a dicha temperatura con agitación continua durante 30 minutos (Reglamento (CE) 2075/2005). En el caso de la digestión de lengua o cuando se detectó que quedaban trozos de musculatura sin digerir (como fue habitual en la procedente de los carnívoros) se aumentó el tiempo a 45 minutos.
- Tras la digestión de la muestra, el líquido resultante se vertió a través de un tamiz con malla de 180 micras en un embudo de separación para que se produjese la decantación durante otros 30 minutos.
- En un decantador de cristal graduado se recogieron 40 ml del líquido de la primera decantación y se dejaron otros 10 minutos para que volviera decantar su contenido.
- Pasado este tiempo, se retiraron con una pipeta 30 ml de las capas superiores y se recogieron en una cubeta de fondo cuadrulado los 10 ml que quedaban junto con 10 ml de agua que se añadieron para lavar el embudo.
- Se examinó el contenido de la cubeta cuadrulada en el triquinoscopio (40X) en busca de larvas I de *Trichinella*.
- Cuando se detectó la presencia de larvas de *Trichinella* en la digestión colectiva realizada, se repitió la digestión de nuevo y de forma individual hasta identificar la muestra o muestras positivas. La digestión individual se realizó siguiendo las indicaciones expuestas en el caso de la digestión colectiva pero reduciendo los líquidos de digestión a 1 litro y la cantidad de reactivos a 5 g de pepsina y 8 ml de ácido clorhídrico.
- Tras la digestión individual de cada muestra positiva, se realizó el recuento de las larvas presentes en dicha muestra. Para ello, se empleó una cámara de Favatti, cuyo fondo fue examinado con la ayuda de un microscopio óptico (10-40x). Posteriormente, las larvas eran recogidas mediante una pipeta Pasteur de cristal y traspasadas a un tubo de centrifugación de 15 ml de fondo cónico, añadiéndole al tubo 10 ml de agua destilada, con el fin de proceder al lavado de las larvas de *Trichinella* spp. y la eliminación de cualquier resto de líquido de digestión que pudiera quedar.
- Finalmente, y con el fin de conservar las larvas para su posterior identificación biomolecular mediante PCR, tras 20 minutos de sedimentación, con una pipeta Pasteur de cristal se eliminó el sobrenadante del tubo y, seguidamente, se depositó el sedimento en un tubo Eppendorf de 1,5 ml, añadiéndole etanol puro hasta el borde. Al cabo de otros 10 minutos, se desechó el sobrenadante y se volvió añadir etanol puro, con el fin de obtener la mayor limpieza posible de las larvas recogidas en el tubo Eppendorf. Los tubos con las larvas de *Trichinella* fueron enviados en los días posteriores al Laboratorio Internacional de Referencia para que se

realizase la tipificación de las larvas recogidas.

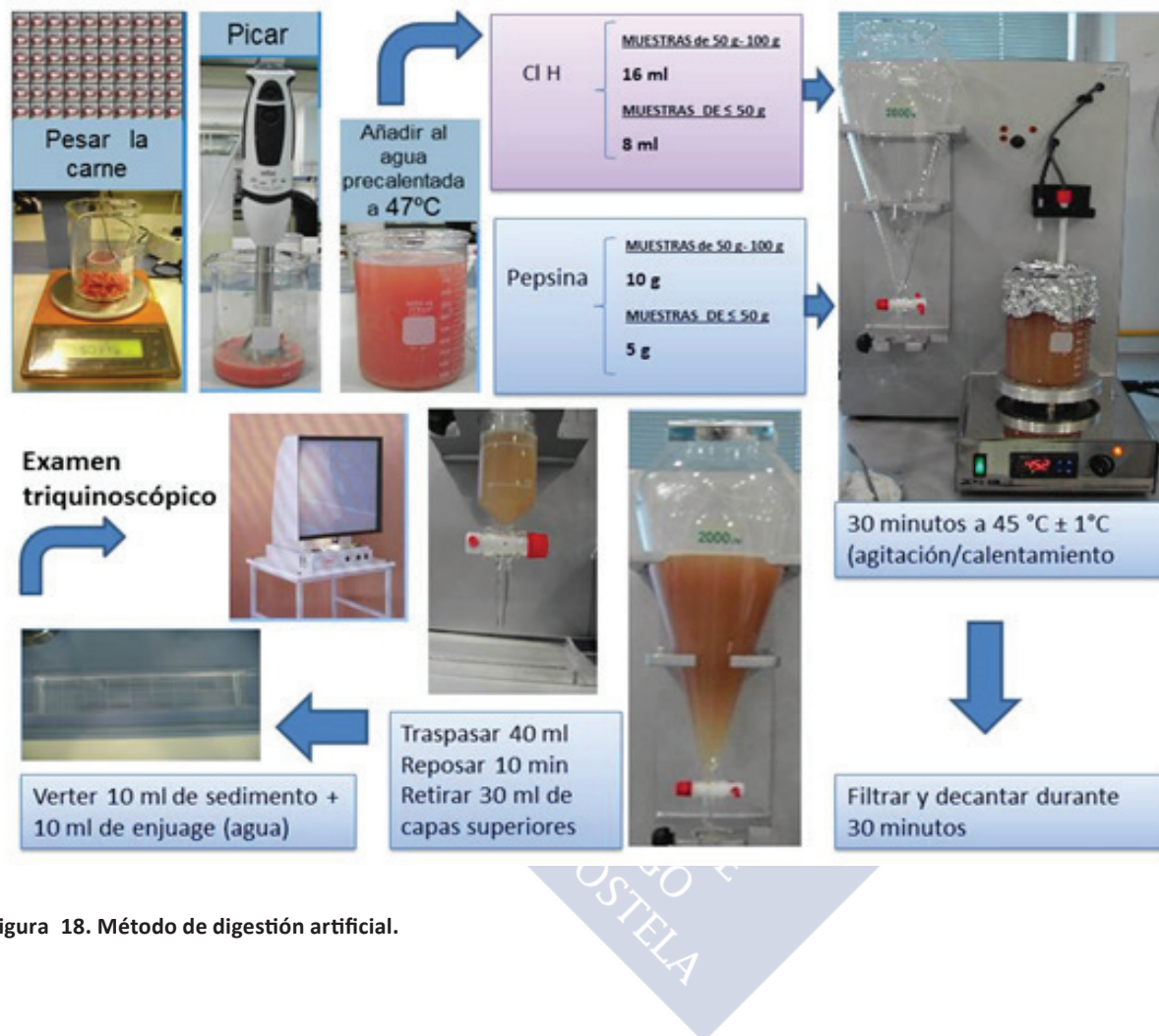


Figura 18. Método de digestión artificial.

4.4.2. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS.

Para la realización del procesado de las muestras se ha empleado el instrumental y material fungible que seguidamente se menciona:

- Balanza digital de precisión (error de 0,1 gr).
- Picadora de carne.
- Jeringa dosificadora para la adición de los reactivos.
- Vaso de precipitados de 3 litros.
- Imán teflonado.
- Tamiz filtrante de 180 micras de acero inoxidable.
- Embudo de separación 2 litros.
- Depósito de recogida del decantado 50 ml.
- Cubeta acrílica de fondo cuadrulado de dimensiones 180x40 mm.
- Extractor Dinko® 1.9806.00 (Dinko Instruments, Dinter S.A) consistente en un conjunto de agitador magnético con calefacción para homogeneización y aceleración del proceso de la digestión, provisto de un controlador electrónico de la temperatura con sonda Pt100.
- Triquinoscopio de Proyección 60x marca Optic's.
- Microscopio Nikon Binocular modelo Eclipse 200.
- Pepsina NF (National Formulary) 1:10000 (Dinkotest®).
- Ácido clorhídrico al 25% (Panreac®).
- Pipetas Pasteur de cristal.
- Cámara de Favatti.
- Tubos Eppendorf de 1,5 ml.
- Tubos de centrifugación graduados de 12 ml.

4.4.3. IDENTIFICACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LAS LARVAS

Las larvas fueron enviadas al Laboratorio Internacional de Referencia para *Trichinella*, concretamente, al Departamento de Enfermedades Inmunomediadas, Parasitarias e Infecciosas del Istituto Superiore di Sanità (Roma, Italia) donde el Dr Pozio, mediante Multiplex-PCR y acorde con el protocolo desarrollado por Pozio y La Rosa (2003), se identificó la especie de *Trichinella* de cada caso aislado.

4.4.4. DETERMINACIÓN DE LA CARGA PARASITARIA

Para el cálculo de la carga parasitaria, se ha elegido la del diafragma como referencia, y en caso de no disponer de suficiente cantidad de músculo para repetir la digestión artificial, preferiblemente músculo masetero. La cuantificación del número de larvas de *Trichinella* spp. se realizó mediante el examen de todo el sedimento resultante de la digestión artificial, empleando para ello una cámara de Favatti en la que se vertía dicho líquido. El fondo de la cámara fue examinado mediante el microscopio, a 10x aumentos.

4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ELABORACIÓN DE MAPAS. ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS. La interpretación estadística de los datos se realizó mediante el programa estadístico SPSS 20.0 para Windows con la ayuda y asesoramiento del profesor Ramil Novo, perteneciente al Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la USC.

MAPAS. Para la representación del territorio muestreado y los casos positivos en los mapas de Galicia, divididos en ayuntamientos, se ha empleado el programa ARCGIS 10.2.2 versión TRIAL, con el asesoramiento del ingeniero de montes Miguel Angel Martínez Pérez.

ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO. Ante la disparidad de datos sobre la prevalencia de triquinosis en los diferentes países europeos y la ausencia de datos en Galicia, el muestreo de la población lo hemos enfocado a determinar la prevalencia de la enfermedad en las poblaciones de la fauna silvestre estudiada, con el asesoramiento de los profesores Yus Respaldiza (Departamento de Patología Animal de la USC) y Carvajal Urueña (Departamento de Sanidad Animal de la Universidad de León).

Determinar el tamaño de la muestra que se va a seleccionar es un paso importante en cualquier investigación, pero en el caso que nos ocupa, con poblaciones silvestres grandes en las que se desconocen numerosos aspectos es, si cabe, aún más importante hacer un esfuerzo por determinar correctamente el número mínimo de individuos que debe tener la muestra para que los resultados del estudio resulten fiables. Por ello debemos fijar unos criterios previos que nos permitan calcular el número de muestras necesarias (n).

Para calcular el número de muestras de jabalíes, zorros y lobos, en primer lugar hemos realizado una estimación de la población de cada una de las especies en Galicia. Además, al tratarse de un estudio sobre un proceso parasitario que, en base a la bibliografía consultada, suele presentar bajas prevalencias y que, por otra parte, con un esfuerzo asumible podemos alcanzar un número de muestras alto, hemos decidido fijar un error de la muestra en todos los casos bajo (5% para el caso del lobo, 1% en el zorro y 0,1% para el jabalí). El intervalo de confianza en todos los casos lo hemos establecido en el 99% por las razones antes mencionadas. De esta forma obtendremos un resultado con un alto nivel de precisión y de confianza.

Por su parte la prevalencia o proporción de positivos esperada fue fijada en base a los datos publicados en otros estudios. Aunque en caso de desconocer este valor de prevalencia esperada generalmente se aconseja aplicar el 50%. En nuestro estudio este valor resulta a todas luces irreal y muy alejado de la proporción lógica de individuos afectados que pueden tener las poblaciones estudiadas. En el grupo formado por otras especies (mustélidos y prociónidos) hemos analizado todos los ejemplares disponibles de los centros de recuperación de fauna silvestre durante el periodo de trabajo.

El cálculo se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

n = tamaño de la muestra que se quiere calcular

N = tamaño de la población estimada

Z = nivel de confianza (en nuestro caso 99%, Z= 2,575)

e = margen de error máximo (en nuestro caso 5%, para el lobo, 1% para el zorro y 0,1% para jabalí)

p = proporción que esperamos encontrar de infectados (5% en el lobo, 1% en el zorro y 0,1% en el jabalí)

Determinación del tamaño de la muestra de jabalí. En la presente tesis doctoral hemos realizado los cálculos a través del programa winepi.net (Blas, 2006), fijando los siguientes parámetros:

Nivel de confianza: 99%

Tamaño de población: 44.222

Prevalencia esperada: 0,1%

Error aceptado: 0,1%

En el jabalí, para poder calcular una proporción próxima a 0,1%, con un nivel de confianza del 99% y un margen de error de 0,1%, en una población de 44.222 individuos debemos tomar una **muestra ajustada de 5.765 individuos**, ya que estamos trabajando con poblaciones finitas y la fracción de muestreo es mayor del 5% (14,99%).

Determinación del tamaño de la muestra de zorro fijando los siguientes parámetros:

Nivel de confianza: 99%

Tamaño de población: 56.819

Prevalencia esperada: 1%

Error aceptado: 1%

En esta especie, para poder calcular una proporción próxima a 1%, con un nivel de confianza del 99% y un margen de error de 1%, en una población de 56.819 individuos, debemos tomar una **muestra de 657 individuos**.

Determinación del tamaño de la muestra de lobo fijando los siguientes parámetros:

Nivel de confianza: 99%

Tamaño de población: 522

Prevalencia esperada: 5%

Error aceptado: 5%

Como resultado, para poder calcular una proporción próxima a 5%, con un nivel de confianza del 99% y un margen de error de 5%, en una población estimada de 522 individuos debemos tomar una **muestra ajustada de 102 individuos**, ya que estamos trabajando con poblaciones finitas y la fracción de muestreo es mayor del 5% (24.33%).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN





5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la realización de este trabajo de tesis doctoral se han analizado las muestras musculares y datos correspondientes a 7 especies silvestres autóctonas y alóctonas presentes de Galicia recogidas en el periodo comprendido entre 2006 y 2015, tal como aparece resumido esquemáticamente en la tabla 19. Solo se han aislado larvas de *Trichinella* en jabalíes, zorros y lobos, mientras que los resultados han sido negativos para los tejones, nutrias, visones americanos y mapaches. La mayor prevalencia se registró en el lobo (3%), seguida de la encontrada en el zorro (0,75%) y finalmente la del jabalí (con un valor próximo al 0,05%).

Tabla 19. Resumen de especies de hospedadores muestreadas, periodo que abarca el estudio y resultados de la prevalencia de *Trichinella* spp. halladas en cada uno de ellas.

			Analizados		POSITIVOS		
Familias	Especies	Periodos	n	Total	n	%	% Familia
Suidae	Jabalí (<i>Sus scrofa</i>)	2008-2015	6.451	6.451	3	0,047	0,047
Canidae	Zorro común (<i>Vulpes vulpes</i>)	2006-2015	1.196	1.296	9	0,752	0,926
	Lobo ibérico (<i>Canis lupus signatus</i>)	2006-2015	100		3	3	
Mustelidae	Tejón (<i>Meles meles</i>)	2006-2015	29	195	0	0	0
	Nutria europea (<i>Lutra lutra</i>)	2010-2015	13		0	0	
	Visón americano (<i>Neovison vison</i>)	2006-2015	153		0	0	
Procyonidae	Mapache boreal (<i>Procyon lotor</i>)	2013-2015	32	32	0	0	0
TOTAL			7.974	7.974	15	0,188	

En el capítulo de “Resultados y discusión” de esta tesis doctoral hemos dedicado un primer apartado a exponer la información lo más actualizada y real posible sobre la población estimada del jabalí, zorro y lobo en Galicia a lo largo de los últimos 8 años por dos motivos. En primer lugar, en los estudios epidemiológicos es necesario conocer, con la mayor precisión posible, cuál es el tamaño de la población de animales estudiada, para poder determinar si el número de animales muestreados es estadísticamente representativo para detectar la presencia de un determinado agente infectocontagioso y, por tanto, para reflejar su situación real en una zona de baja prevalencia como es Galicia; en este sentido, nos encontramos con la dificultad de que, en general, las estimas de población de especies de fauna silvestre es habitualmente difícil de calcular, más aún cuando se abarca un período de tiempo de varios años y un área geográfica tan extensa como es, en nuestro caso, Galicia. Y, en segundo lugar porque, desde el punto de vista epidemiológico, tanto la abundancia como la evolución de la población de los mamíferos hospedadores silvestres de *Trichinella* spp. se consideran dos de los factores más importantes a tener en cuenta en la transmisión y mantenimiento del ciclo selvático de la triquinelosis; en este sentido, debemos indicar que distintos autores han apuntado la transcendencia de la relación existente entre la prevalencia, la carga parasitaria y la abundancia de un determinado hospedador (Malakoukas *et al.*, 2007; Pozio, Reinaldi *et al.*, 2009). Además, en el *Manual práctico de operaciones en el control de las enfermedades de la fauna silvestre* se destaca que la sobreabundancia de animales silvestres en el medio natural es un factor de riesgo epidemiológico clave en la transmisión y persistencia de un gran número de agentes infectocontagiosos (MAGRAMA, 2013), como también han indicado otros autores (Gortázar *et al.*, 2007).

En el caso del jabalí están disponibles los datos oficiales de los ejemplares cazados en cada provincia gallega, que se han elaborado a partir de la información aportada por el aprovechamiento cinegético autorizado para cada TECOR. La estimación de la población gallega de zorro ha sido calculada

por nuestro grupo de investigación a partir del tratamiento estadístico de los resultados de animales abatidos y avistados durante las jornadas de caza de los campeonatos de los últimos 10 años (Fidalgo *et al.*, 2009 y datos actualizados en colaboración con la FGC). Por lo que respecta al lobo, y puesto que es una especie protegida que genera la mayor parte de los daños a la ganadería por parte de la fauna silvestre, el control poblacional de las manadas sí se ha registrado oficialmente, y estos datos están disponibles en la Consellería de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible perteneciente a la Xunta de Galicia (Decreto 297/2008 del 30 de diciembre). Por lo tanto, para el jabalí, el zorro y el lobo el tamaño muestral (n) obtenido en esta tesis doctoral, después de realizar el correspondiente análisis epidemiológico (descrito en el apartado de “Material y métodos”), se debe considerar suficiente, representativo y proporcional para que los resultados obtenidos puedan ser estadísticamente representativos de la situación epidemiológica que presenta *Trichinella* spp. en las poblaciones de estas tres especies silvestres en Galicia.

En la mayoría de las especies silvestres en las que no está permitido su aprovechamiento cinegético (como es el caso de la nutria y del tejón), no existen datos disponibles acerca de la estimación de sus poblaciones, de manera que no podemos comprobar si es representativo, desde un punto de vista estadístico, el número de ejemplares de nutria y tejón que se han examinado en el presente estudio como para afirmar que los resultados de la prevalencia de *Trichinella* spp. en estas especies es reflejo de la que existe en sus poblaciones. No obstante, como expondremos en la discusión de nuestros resultados, son pocos los trabajos publicados que han estudiado la prevalencia de *Trichinella* spp. en mustélidos autóctonos europeos, siendo, por lo general, reducido el número de ejemplares analizados. Esto demuestra que, tal y como ha ocurrido en nuestro estudio, es muy difícil obtener un número elevado de ejemplares de especies protegidas, como es obvio, y casi siempre se recurre a cadáveres de animales que ingresan en CRFS o que son encontrados muertos en su entorno. Sin embargo, a pesar de las limitaciones que conlleva el estudio de los agentes infectocontagiosos en especies protegidas, los resultados obtenidos a partir de un tamaño de muestra reducido deben ser tenidos en cuenta porque, sin duda, son un indicio que aporta una información valiosa que ayuda a comprender e interpretar la dinámica epidemiológica de dichos patógenos en el medio natural.

Por lo que respecta al visón americano, tampoco se dispone de estimas de sus poblaciones en Galicia, por lo que nos encontramos con una situación similar a la que hemos indicado en el caso de la nutria y del tejón. Sin embargo, en nuestro estudio hemos analizado un número considerable de ejemplares de este mustélido alóctono, por lo que tendemos a pensar que, en esta especie, sí que se puede considerar que nuestros resultados son representativos de la prevalencia de *Trichinella* spp. en la población de visón americano de Galicia.

En el presente estudio, los ejemplares de mapache constituyen el caso más singular de nuestra investigación, puesto que se trata de una especie alóctona cuya distribución geográfica no ha alcanzado las dimensiones que en el caso del visón americano y, por tanto, hasta el presente se trata de una especie invasora cuyas poblaciones son reducidas y están localizadas en áreas muy circunscritas. En concreto, en nuestro estudio se analizaron los cadáveres de mapaches que fueron capturados en la cuenca del río Miño, a su paso por el municipio de Lugo. Como se indicó en el apartado de “Material y métodos”, la Consellería de Medio Ambiente está llevando a cabo un programa de captura de mapaches con el fin de erradicarlo, puesto que se trata de una especie muy adaptable y con un gran potencial de expansión. Por tanto, aunque nuestro estudio incluye solo 32 ejemplares de mapache, es evidente que se trata de un tamaño de muestra que permite conocer, con gran exactitud, cuál es el papel epidemiológico que, hasta el presente, tiene el mapache en el anidamiento de *Trichinella* spp. en Galicia.

Como iremos desglosando a la largo de este capítulo, la prevalencia de esta parasitosis en las

distintas especies de carnívoros silvestres puede variar por múltiples factores relacionados con el tipo de muestreo, periodo, área de estudio, condiciones climáticas (temperatura y humedad), geográficas (altitud y latitud), aprovechamiento del suelo, cubierta vegetal, hábitos de los cazadores, etc. La influencia de la edad (o, más exactamente, del grupo de edad) y el sexo de los ejemplares se ha estudiado en numerosos trabajos epidemiológicos. Un hecho que nos ha llamado la atención es que en la bibliografía, en la mayoría de los trabajos, no se tuvieron en cuenta los porcentajes desiguales de machos y hembras así como de individuos jóvenes y adultos de las poblaciones estudiadas, si bien es cierto que en los estudios realizados en especies silvestres es difícil obtener una muestra con representación equilibrada de todas las categorías de edad y sexo, como sería de desear. En esta tesis doctoral, al disponer de todos estos datos completos, al igual que la información de las estimaciones de población gallega de jabalí, zorro y lobo, hemos querido analizar pormenorizadamente estos factores a tener en cuenta en la prevalencia de triquinosis en fauna silvestre.

En base a la bibliografía consultada, no conocemos que se haya producido durante el período de estudio que abarca nuestro trabajo, ningún acontecimiento o circunstancia extraordinarios que pudieran haber influido, ya sea en la Península Ibérica o en el resto de Europa, en un cambio sustancial de la prevalencia de *Trichinella* spp. en nuestro continente. Es decir, vamos a comparar nuestros resultados con los obtenidos en los trabajos publicados hasta el presente, independientemente de que la mayoría de ellos hayan sido desarrollados durante períodos de tiempo diferentes o solo coincidentes en parte con el que nosotros hemos analizado. En nuestra opinión, posiblemente el factor que más pueda condicionar la fluctuación de las poblaciones de las especies hospedadoras en Galicia y, por consiguiente, en la biomasa de *Trichinella* spp., sean los incendios forestales, en años especialmente calurosos y secos. Pensamos así porque está demostrado que, cuando se produce un incendio, hay un desplazamiento de los animales silvestres, que buscan nuevas zonas de refugio y de alimento, bajando drásticamente su densidad en las zonas incendiadas y, por el contrario, incrementándose en zonas aledañas cuya cubierta vegetal no ha sido arrasada por las llamas, circunstancia que puede influir en la dinámica de las poblaciones de aves y mamíferos silvestres (Birstsas *et al.*, 2012; Zozaya *et al.*, 2012).

5.1. JABALÍ

5.1.1. POBLACIÓN ESTIMADA, TAMAÑO MUESTREO Y ORIGEN DE LOS ANIMALES

ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN DE JABALÍ EN GALICIA. En Galicia, con abundante cobertura vegetal (monte bajo con zonas de reforestación, robledales y bosques de castaños), altura media moderada y orografía complicada, tanto la observación directa de los jabalíes como la detección de indicios de su presencia (huellas, rastros, baños, heces, etc.) es bastante más complicada que en otras regiones de la Península Ibérica en las que la cubierta vegetal es menos densa y donde la orografía es menos montañosa. Por ello, cualquier método de estima de poblaciones basado en la observación directa de los animales o la detección de las evidencias de su presencia son bastante imprecisos, altamente dificultosos de realizar y, además, muy costosos. De hecho, debido a que las áreas con cobertura vegetal son amplias y difíciles de inspeccionar, la identificación de las evidencias de presencia de jabalíes y, en general, de mamíferos silvestres, es muy dificultosa, como hemos podido corroborar en trabajos anteriores con otras especies (Rodríguez, 2010). Por estos motivos, decidimos emplear como método de estimación de la población y densidad de jabalíes los datos históricos obtenidos a partir de la actividad cinegética (Sáez-Royuela y Tellería, 1988). En nuestro caso, hemos aprovechado la estrecha colaboración mantenida desde hace años con la FGC y sus sociedades federadas, que participan en la organización de numerosas batidas y actividades cinegéticas, para conseguir la información necesaria que, de otra forma, hubiera sido muy difícil de recopilar.

Tellería (2004) postuló que existe una clara relación entre el número de capturas y la densidad de población de jabalíes, y fue unánimemente aceptado por la comunidad científica. Una población de jabalí en condiciones de ausencia de depredación, brotes epidémicos y accidentes viarios de importancia, permanece estable con la extracción mediante caza del 30% de sus ejemplares (Rosell, 1998). Partiendo de ambos premisas, supusimos que el porcentaje de extracción en Galicia estaba comprendido entre el 25% y el 30% de la población total, ya que se observó un incremento de la población durante años a pesar de la depredación por parte del lobo. Aplicando que la caza de jabalí en Galicia probablemente suponga entre un 25-30% de la población total, podemos estimar el valor máximo y mínimo de la población tal como se refleja de forma resumida y ordenada en la Tabla 20.

Tabla 20. Valores máximos y mínimos de la estimación de población de jabalí en las cuatro provincias gallegas (C: A Coruña; LU: Lugo; OU: Ourense; PO: Pontevedra) durante el período 2007-2015, calculados a partir de un porcentaje de extracción del 30% y 25%, respectivamente.

Provincia	Población	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	Media
C	Cazada	1.077	1.229	1.330	1.621	2.008	2.363	2.267	1.927	1.727
	Máxima	4.308	4.916	5.320	6.484	8.032	9.452	9.068	7.708	6.911
	Mínima	3.554	4.056	4.389	5.349	6.626	7.798	7.481	6.359	5.701
LU	Cazada	3.476	3.643	3.787	4.502	5.596	5.732	5.673	4.661	4.633
	Máxima	13.900	14.500	15.000	18.000	22.300	22.900	22.692	18.644	18.533
	Mínima	11.500	12.000	12.500	14.800	18.500	19.000	18.700	15.381	15.291
OU	Cazada	2.864	3.112	3.583	4.460	5.642	5.563	5.609	4.991	4.478
	Máxima	11.456	12.448	14.332	17.840	22.568	22.252	22.436	19.964	17.912
	Mínima	9.451	10.270	11.824	14.718	18.619	18.358	18.510	16.470	14.777
PO	Cazada	838	958	1.037	1.253	1.618	1.757	1.490	1.259	1.276
	Máxima	3.352	3.832	4.148	5.012	6.472	7.028	5.960	5.036	5.105
	Mínima	2.765	3.161	3.422	4.135	5.339	5.798	4.917	4.154	4.211
GALICIA	Cazada	8.255	8.942	9.737	11.836	14.864	15.415	15.039	12.838	12.115
	Máxima	33.020	37.768	38.948	47.344	59.456	61.660	60.156	51.352	48.463
	Mínima	27.242	29.509	32.132	39.059	49.051	50.870	49.629	42.365	39.981

En la Figura 19 quedan representados la cantidad de jabalíes cazados y la estimación de la población máxima y mínima, así como los valores medios de las 8 últimas temporadas de caza (desde 2007-2008 hasta 2014-2015).

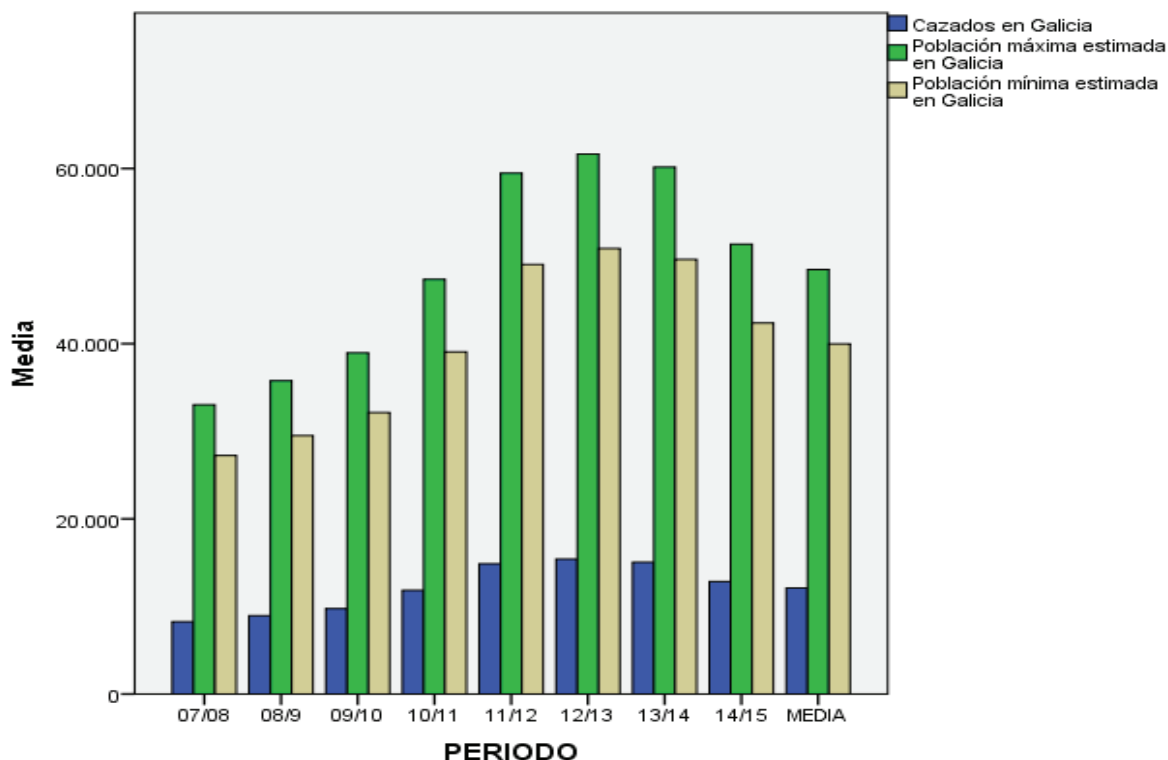


Figura 19. Valores máximos y mínimos de la estimación de la población de jabalíes en Galicia durante las ocho últimas temporadas de caza, calculados a partir de un porcentaje de extracción del 30% y 25%, respectivamente.

Según los datos oficiales de capturas de las últimas 8 campañas, la población de jabalí en Galicia mantuvo unos valores elevados durante todos los años del estudio, y la presión cinegética ejercida no fue suficiente para evitar el aumento paulatino que se observa en la Figura 19, por lo que a partir de la campaña del 2012-13 se hizo necesario prolongar la duración del periodo de caza para evitar que esta tendencia de incremento poblacional se mantuviese, tal y como se puede observar en las columnas correspondientes a las temporadas 2013-14 y 2014-15.

TAMAÑO DEL MUESTREO DE JABALÍ Y REPRESENTATIVIDAD. El jabalí ha sido la especie que aportó el mayor número de muestras para analizar en el presente estudio, con un 80,9% de las muestras totales examinadas. Esta proporción está en consonancia con el tamaño de la estimación de abundancia que este ungulado silvestre ha presentado en Galicia durante el periodo estudiado. Según los criterios descritos en el capítulo de “Material y métodos”, se determinó que era necesario muestrear, como mínimo, 5.765 jabalíes para que los resultados del estudio fuesen estadísticamente representativos, objetivo que hemos cumplido, ya que en nuestro estudio se han analizado muestras musculares procedentes de 6.451 jabalíes, como se puede apreciar en la Tabla 21.

Tabla 21. Número de jabalíes muestreados en cada provincia gallega, así como valores de prevalencia de *Trichinella* spp. obtenidos en cada una de ellas y, de forma global, en Galicia.

		Jabalíes muestreados (n)	% sobre el total	Nº positivos	Prevalencia (%)
PROVINCIA	A Coruña	698	10,82	0	0
	Lugo	2.841	44,04	0	0
	Ourense	2.422	37,54	3	0,124
	Pontevedra	490	7,60	0	0
Total		6.451	100	3	0,047

En el siguiente mapa se representa la distribución espacial del muestreo que se ha realizado, partiendo del ayuntamiento como la unidad territorial más pequeña considerada (Figura 20). En general, se puede afirmar que el muestreo abarca la mayoría de la superficie en la que está permitida la caza del jabalí y, por tanto, nuestro estudio incluye animales cazados en todos los ecosistemas presentes en Galicia.



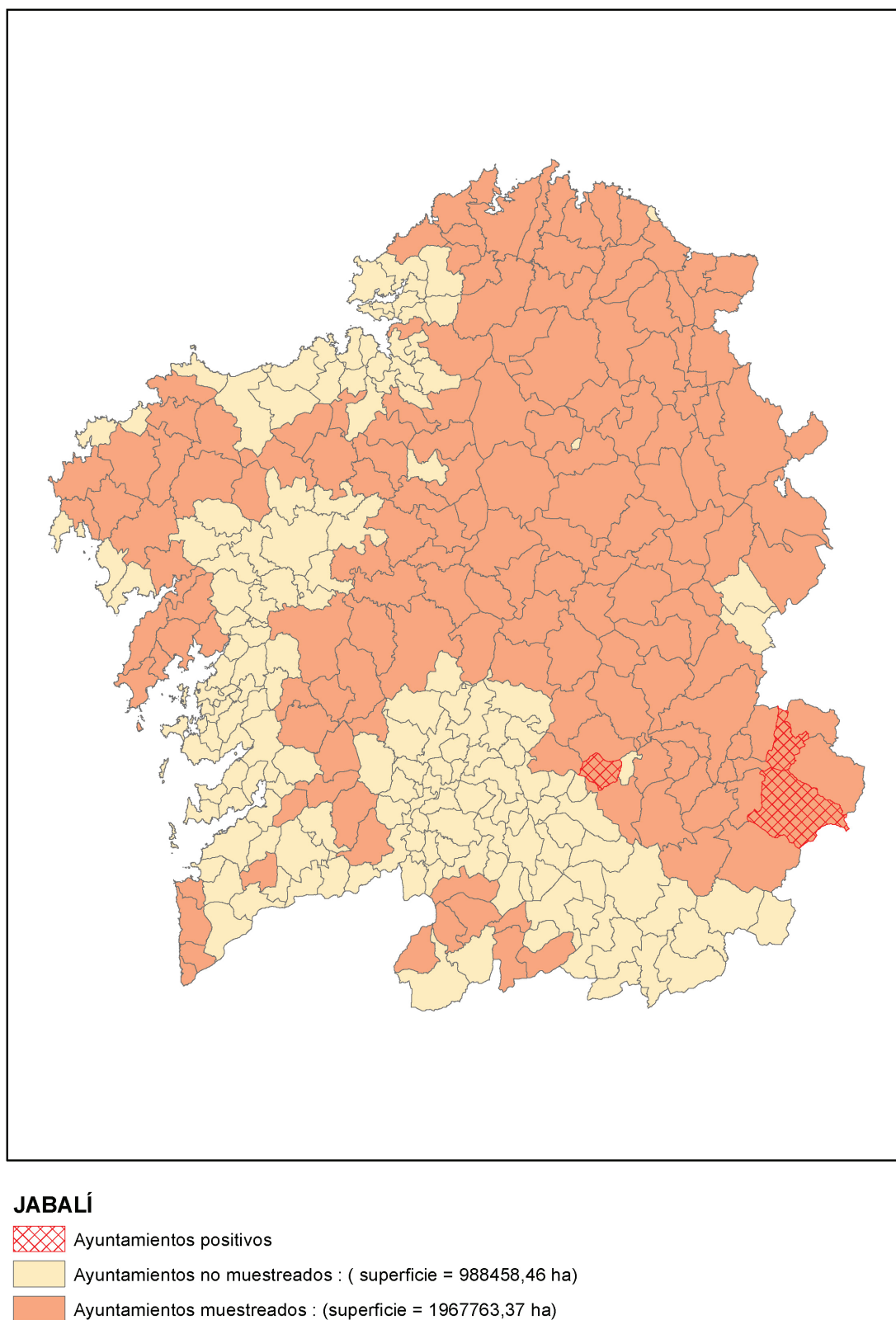


Figura 20. Mapa de Galicia en el que se indican los ayuntamientos de los que proceden los jabalíes analizados, así como los ayuntamientos en los que se detectaron ejemplares parasitados por *Trichinella* spp.

En el mapa se observa que prácticamente se han obtenido muestras procedentes de todo el territorio de la provincia de Lugo, con la excepción del ayuntamiento más pequeño de la costa (Burela), uno de los más pequeños de toda Galicia (Rábade) y otros dos de la montaña lucense. El territorio de muestreo de las provincias de A Coruña y de Pontevedra está bien representado, abarcando los hábitats que habitualmente ocupa el jabalí, con un predominio de las comarcas más despobladas o cuyo principal motor económico son las actividades agroganaderas. Debemos destacar que el muestreo realizado en el presente estudio no incluyó áreas de ayuntamientos periurbanos donde reside una parte considerable de la población humana de A Coruña, Ferrol, Santiago, Pontevedra y Vigo, donde la alta densidad de población (para Galicia), se encuentra dispersa en viviendas unifamiliares, lo que desaconseja la práctica de la caza por los riesgos que conlleva. Además, es importante mencionar que tampoco se obtuvieron muestras de jabalíes de la mayor parte de la franja costera de las rías pontevedresas, por la misma razón de densidad y distribución de población humana. La distribución del muestreo en la provincia de Ourense refleja el aprovechamiento cinegético del jabalí, más intenso en la parte noreste del territorio y una pequeña franja en el suroeste que se corresponde con la cuenca hidrográfica del Limia. Precisamente en los ayuntamientos de la margen sur del río Sil se han localizado los 3 casos positivos a *Trichinella* en jabalí.

En líneas generales podemos afirmar que el tamaño y la distribución geográfica del muestreo del jabalí se corresponden con el aprovechamiento cinegético de la especie en las cuatro provincias gallegas, aunque no deja de estar influenciado por la voluntariedad de los agentes implicados en el aporte de muestras (cazadores, TECORES y delegación provincial de la FGC).

En el caso del jabalí, por tratarse de una especie cinegética susceptible de aprovechamiento de su carne para consumo humano, tanto en Europa como en España, disponemos de numerosa información sobre la cantidad de ejemplares abatidos, los examinados por los servicios veterinarios oficiales, la prevalencia de la triquinosis y las especies aisladas del parásito. En base a la bibliografía consultada, rara vez se menciona en los artículos publicados una información pormenorizada que describa con detalle el tipo de animales analizados, en lo referente a la edad de los ejemplares, los grupos de edad, el sexo... La información oficial acerca del número de brotes de triquinosis en personas se publica anualmente, comprobándose que el consumo de carne de jabalí es la principal causa de dichos brotes. En estos informes se indica, además, el número de jabalíes que han resultado positivos al aislamiento de larvas de *Trichinella* en España. Estos datos oficiales están disponibles en la página web de la EFSA (European Food Safety Authority) donde se pueden consultar fácilmente, por lo que en este apartado de la tesis nos centraremos en los estudios de campo.

Según la EFSA, como media, en el periodo 2006-2013 se han capturado 692.678 jabalíes en todo el territorio español, resultando positivos a la parasitación por *Trichinella* spp. un total de 1.399, lo que supone, a nivel nacional, una prevalencia del 0,2%. Dependiendo de los años, los jabalíes analizados oscilan entre 51.718 y 123.597 individuos, y la prevalencia ha variado temporalmente entre un valor mínimo de 0,16% en 2009 y un máximo de 0,24% en 2006 y 2008. Por lo que respecta a la cantidad de larvas detectadas en los animales parasitados, en 243 jabalíes fue de menos de 12 larvas (media de 5,91 larvas/g), mientras que en 162 la cantidad aislada superó las 12 larvas/g. En los 356 jabalíes se pudo identificar la especie implicada, correspondiendo el 62,6% de los casos a *T. spiralis*, el 31,4% a *T. britovi* y un único ejemplar (0,3%) con *T. pseudospiralis*, el primer caso descrito en nuestro país (Zamora *et al.*, 2015). En los últimos años, los datos registrados oficialmente indican que no se han declarado aislamientos en los jabalíes analizados en Galicia y, por lo tanto, debemos suponer que la prevalencia en esta región está próxima a cero.

El tamaño muestral de jabalíes analizados en otros trabajos científicos varía enormemente, encontrando algunos estudios con cientos de miles hasta otros que examinan menos de mil ejemplares,

diferencias que dependen del periodo de tiempo analizado, la extensión territorial, abundancia del ungulado y el aprovechamiento de la información disponible en los archivos y bases de datos de las autoridades sanitarias responsables en salud pública. El mayor número de jabalíes analizados en un mismo estudio fue de 637.155 ejemplares cazados en Polonia, donde se considera una enfermedad reemergente (prevalencia del 0,35%) por culpa, entre otros factores, de la expansión del perro mapache (Gawor, 2013); o en la vecina Alemania, con una situación epidemiológica totalmente distinta, ya que se analizaron 354.118 jabalíes inspeccionados entre 2002 y 2008 presentando una prevalencia muy baja de 0,045% (Pannwitz, 2010); otro estudio que destaca por su elevado número de jabalíes examinados es uno recientemente realizado en Hungría, en el que se estudiaron 290.000 animales (Tolnai *et al.*, 2014).

En la Península Ibérica no se han realizado estudios similares al nuestro, salvo en contadas excepciones. La inmensa mayoría de las publicaciones en las que se confirma la detección de *Trichinella* spp. parten de brotes de triquinosis en seres humanos cuyo estudio epidemiológico revela que están relacionados con el consumo de carne de jabalí (Rodríguez *et al.*, 2008; Rodríguez-Orsorio *et al.*, 1999 y 2003) o aparecen durante los controles veterinarios oficiales de la carne de caza destinada a consumo humano (Zamora *et al.*, 2015). En estos casos el estudio epidemiológico investiga más el origen de la carne de un individuo y no se centra en la población del ungulado silvestre. Por lo tanto, los trabajos publicados en nuestro país ponen a nuestra disposición datos oficiales de los casos aislados y declarados, así como de unas pocas investigaciones que se centran en la determinación de la prevalencia y situación epidemiológica de este parásito en zonas concretas o comunidades autónomas. El trabajo más extenso en cuanto a tamaño muestral fue llevado a cabo en Extremadura, analizando 29.333 jabalíes cazados en el periodo 1985 y 1997 con unos resultados de prevalencia del 0,3%, con claro predominio de *T. spiralis* (Pérez-Martín *et al.*, 2000). García-Sánchez *et al.* (2009) estudiaron la triquinosis en 2.216 jabalíes en los Montes de Toledo durante el periodo 2007-2008, con una prevalencia que alcanzó el 0,77% de *T. spiralis* (la única especie aislada), valor relativamente muy elevado para el territorio español. En Castilla y León y en La Rioja en total se estudiaron 1.278 jabalíes en periodos distintos con la prevalencia media muy elevada, del 5,4%, con la diferencia de que en Castilla y León predomina *T. britovi* mientras que en La Rioja se aisló mayoritariamente *T. spiralis* (Fonseca-Salamanca *et al.*, 2009).

ORIGEN DE LOS JABALÍES

Todos los jabalíes muestreados en el presente estudio procedían de espacios naturales abiertos, y ninguno fue cazado en fincas cinegéticas con cercados que restringen el movimiento de animales en semilibertad. La caza del jabalí en la zona centro y sur de España supone una importante fuente de recursos económicos, por lo que se ha convertido en una actividad intensamente explotada, incluso con fincas totalmente cercadas perimetralmente y altas densidades de jabalíes (Acevedo *et al.*, 2007). En Galicia la caza del jabalí tiene otra consideración, más social y popular, y los animales viven totalmente en libertad, lo que determina el número de capturas por jornada y, posiblemente, la prevalencia de las enfermedades infectocontagiosas (Fernández de Mera *et al.*, 2003; Bengis *et al.*, 2004).

En nuestro estudio, lo que caracterizó el trabajo de campo del jabalí es que las muestras de músculo y los datos de los ejemplares abatidos no fueron tomados directamente por los miembros del grupo de investigación sino, como ya se ha explicado, por los propios cazadores y remitidas a través de distintos canales. En aquellos casos en los que la información sobre la procedencia de los animales no estaba contrastada o era incompleta, así como en aquellos otros en los que la muestra estaba muy degradada, no era la adecuada o era muy escasa la cantidad, no se tuvieron en cuenta para este trabajo. En consecuencia, por ejemplo, no ha sido posible establecer con mayor exactitud la categoría de la edad a la que pertenecía cada jabalí, debido a que el error hubiera sido inasumible para el estudio, puesto que al participar muchas personas en la remisión de las muestras, hubiera

habido una gran variabilidad en la exactitud del cálculo de la edad de los animales. De todos modos, la mayoría de estudios clasifican, como nosotros, los grupos de edad en jóvenes y adultos, como se verá más adelante.

5.1.2. MÚSCULOS MUESTREADOS Y PESO DE LA MUESTRA

Tras las conclusiones de múltiples trabajos de investigación con infección natural o experimental en distintas especies hospedadoras, la comunidad científica asume que, para cada especie hospedadora, las larvas de *Trichinella* tienen una mayor predilección por un tipo de músculos concretos. Estos músculos o grupos musculares donde se alcanza la mayor carga parasitaria son los que se recomiendan a la hora de tomar las muestras. Basados en estos estudios, la ICT, en 2006 publicó los estándares para establecer el control de esta parasitosis en el documento *Métodos recomendados para el control de Trichinella en animales domésticos y salvajes destinados al consumo humano*, donde se describe, entre otros, la técnica analítica, el peso de las muestras o los músculos de elección para la toma de muestras. En el caso de la inspección de carne de jabalí en mataderos recomienda tomar, como mínimo, una muestra 5 g de musculatura del diafragma, masetero, lengua, intercostales o antebrazo, basándose en la evidencia del estudio de Kapel *et al.* (2001). Si los músculos recomendados no pudieran ser analizados debido a la manipulación de los cadáveres, se deberán analizar otras piezas musculares empleando mayor cantidad de tejido para obtener un análisis completo y seguro (ICT, 2006).

La sensibilidad de los métodos analíticos directos (como el que empleamos) depende del músculo de elección, de la cantidad de tejido muscular digerido, pero también de la intensidad de la parasitación (ICT, 2006). Mediante los métodos de digestión artificial se pueden detectar < 1 larva/g de tejido, pero en niveles de parasitación moderada, la desigual distribución de las larvas dentro de los tejidos constituye un factor limitante. Este inconveniente se compensa mediante muestras de las canales que incluyan mayor cantidad, como un mínimo de 5 g en el caso del jabalí y 10 g en los carnívoros. La sensibilidad de la digestión artificial aumenta a medida que se incrementa la cantidad de muestra empleada, de tal manera que en una muestra de 1 g se detectarán animales portadores con cargas parasitarias $\geq 1,5$ larvas/g de tejido; en una muestra de 5 g se detectarán parasitaciones de ≥ 1 larvas/g de músculo (ICT, 2006).

Siguiendo estas directrices, en todos los jabalíes de nuestro estudio se han examinado, como mínimo, una muestra de 10 g de diafragma (72,1% de las muestras examinadas) y, en un porcentaje variable, este músculo combinado con masetero, lengua, intercostales y/o extremidad torácica (Figura 21). La causa de esta variación en el muestreo fue que la inmensa mayoría de las muestras fueron recogidas y entregadas directamente por los cazadores.

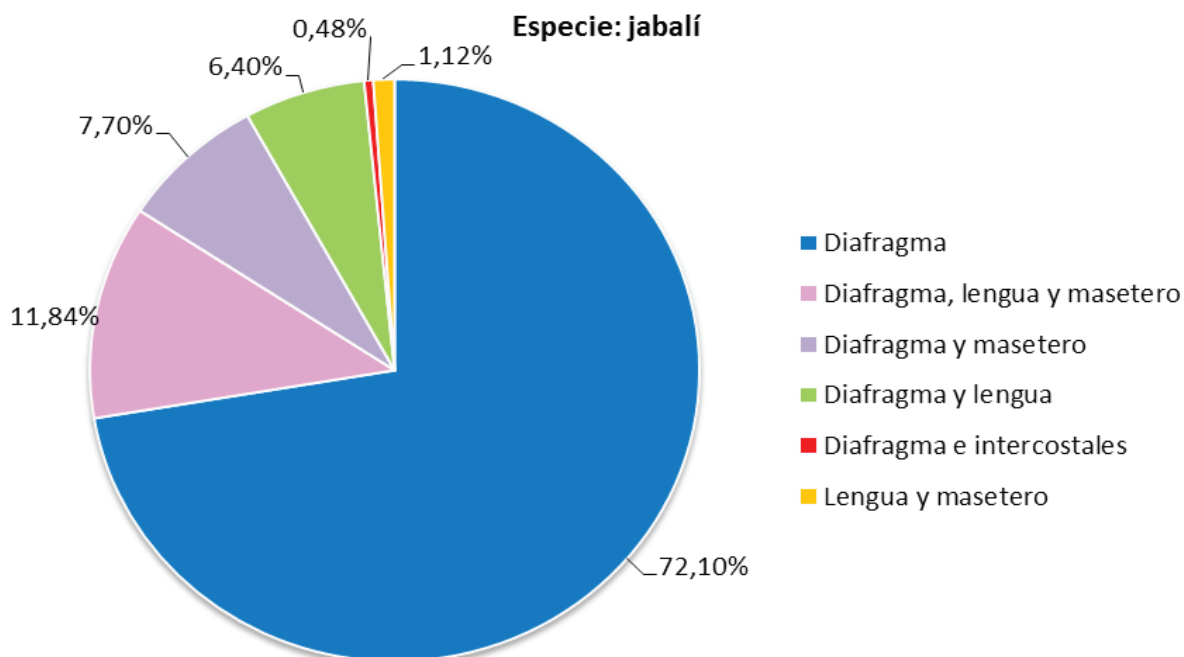


Figura 21. Porcentaje de las distintas combinaciones de músculos de jabalí que componían las muestras remitidas para la detección de larvas de *Trichinella* spp. mediante digestión artificial.

Kapel et al. (1995) realizaron mediante un trabajo experimental en zorros una comparativa de los músculos donde se concentraba la mayor carga parasitaria (expresada en larvas/g de tejido muscular) tras la infección experimental con *T. spiralis*. Por orden descendente, los músculos oculares concentran la mayor densidad parasitaria, seguido de porción distal de la extremidad torácica (músculo flexor carpo-cubital y músculo extensor carpo-radial), la extremidad pelviana (músculo gastrocnemio), la lengua y el diafragma. Según este autor, existe una relación entre la actividad para la que está desarrollado el músculo y la cantidad de larvas musculares, de manera que los músculos más activos, al estar más irrigados y recibir un mayor aporte de oxígeno, son potencialmente los de mayor predilección por parte de *Trichinella* spp. Este mismo resultado se observa en los rumiantes que se han estudiado mediante infecciones experimentales (oveja y vaca), en los que la mayor concentración larvaria se obtiene en músculos relacionados con la masticación y la rumia, como son el masetero, la lengua y el diafragma (Theodoropoulos et al., 2000). Al contrario, en los carnívoros silvestres estudiados (como el zorro, la jineta, la mangosta o el chacal) la mayor concentración larvaria se obtiene en la porción distal de las extremidades, puesto que estas especies presentan un intenso comportamiento locomotor, ya que necesitan desplazarse para buscar alimento y capturar sus presas. En el cerdo, la mayor carga parasitaria se observó en los músculos del cuello, diafragma y lengua, mientras que en las extremidades el aislamiento es muy bajo (Kapel et al., 1998; Gamble et al., 2000).

Posteriormente Kapel et al. (2005), en un trabajo realizado con mayor número de zorros e incluyendo además 36 jabalíes, estudió los músculos de predilección para los 9 genotipos de *Trichinella*, concluyendo que, en el zorro, las especies encapsuladas se encontraban principalmente en lengua, extremidades y diafragma, y la no encapsulada (*T. pseudospiralis*) en el diafragma, mientras que en el jabalí el lugar de predilección de todas las especies fue el diafragma y la lengua. De acuerdo con este estudio de referencia, en todos los ejemplares incluidos en esta tesis doctoral siempre se ha analizado musculatura del diafragma. Otro de los resultados interesantes que se obtuvieron con dicho trabajo son los tiempos de digestión necesarios en función de la especie y el músculo. En el caso del jabalí, la lengua, masetero y antebrazo necesitan más del doble de tiempo (1,5-2 horas para su completa digestión) que el empleado para el diafragma (30 minutos). La lengua, aunque es un paquete muscular

fácil de obtener y claramente diferenciable de otras muestras musculares, sin embargo requiere un prolongado periodo de digestión, lo que puede limitar su empleo para el muestreo del jabalí y carnívoros silvestres. De hecho, en la bibliografía consultada, todos los autores eligen el diafragma como muestra de elección para el jabalí, ya sea de forma individual (Richomme *et al.*, 2010) o junto con otras muestras, como en nuestro estudio.

5.1.3. SEXO Y GRUPO DE EDAD DE LOS JABALÍES MUESTREADOS

En la Tabla 22 se desglosa la prevalencia que ha obtenido *Trichinella* spp. en función del sexo y la categoría de edad de los 6.451 jabalíes analizados.

Tabla 22. Prevalencia de *Trichinella* spp. en los jabalíes, en función del sexo y categoría de edad de los ejemplares analizados.

		n	% jabalíes	Positivos	Prevalencia (%)
SEXO	Hembra	3.127	48,47	2	0,064
	Macho	3.324	51,53	1	0,030
EDAD	Jóvenes	1.953	30,27	0	0
	Adulto	4.498	69,73	3	0,067
Total		6.451	100	3	0,047

El porcentaje de machos (51,53%) y hembras (48,47%) muestreados fueron muy similares, con un ligero predominio de los machos, que se podría atribuir a que se abatieron más machos por el interés en la obtención del trofeo cinegético (los colmillos y la cabeza) y la mayor movilidad de los machos jóvenes cuando se separan de la madre. Evidentemente esta diferencia es simplemente un hallazgo, pues carece de significación estadística. En la bibliografía no disponemos de estudios similares que describan con detalle este factor.

En relación a la edad, los jabalíes adultos (donde se incluyen los gerontes) representan casi el 70% de los animales analizados, frente al 30% de los jóvenes. Este predominio de los individuos adultos está acorde con la pirámide poblacional del jabalí en Galicia, ya que se trata de especie longeva (con una media de 16 años) con una población estable o una tendencia a incrementar paulatinamente su número de individuos. La diferencia entre el número de animales adultos respecto a los animales jóvenes también puede estar debida al comportamiento de los animales jóvenes, obligados a ocupar las peores zonas y a acercarse a los asentamientos humanos y las tierras de labranza para consumir alimentos fáciles (zonas donde no se puede cazar por el riesgo para las persona), mientras que los machos adultos suelen evitar las territorios humanizados y, por ello, están más expuestos a la actividad cinegética.

En el único trabajo publicado que tiene en cuenta la edad de los ejemplares estudiados, los adultos (83,4%) predominaban claramente sobre los jóvenes, como también ocurre en nuestra investigación, pero la diferencia entre nuestros resultados y los de este trabajo es que han clasificado como adultos todos los jabalíes mayores de 1 año, teniendo en cuenta el desarrollo corporal, las características de la dentición y el color de la capa. Además, en todos los estudios biológicos de esta especie determinan que al año de vida no han alcanzado el desarrollo corporal completo ni la madurez sexual, que se logra a los 2 años de vida (Acevedo *et al.*, 2006).

5.1.4. PREVALENCIA, ESPECIES DE *Trichinella* AISLADAS Y CARGA PARASITARIA

Como se puede apreciar en la tabla siguiente, se han aislado larvas de *Trichinella* en 3 jabalíes de los 6.451 analizados, lo que supuso una prevalencia de 0,047%. En todos los casos la especie determinada mediante técnicas de PCR fue *T. britovi*, lo que puede ser indicativo de que el jabalí en Galicia está implicado principalmente en el ciclo selvático del parásito y, por tanto, es portador de la especie de *Trichinella* típica de la fauna silvestre de la Península Ibérica.

La carga parasitaria en la mayoría de los animales fue media o alta, y en uno de los ejemplares se aislaron 25 larvas/g. Debemos destacar que, de hecho, las muestras musculares de los jabalíes positivos fueron las que tuvieron mayor número de larvas de *Trichinella* spp., considerando todos los animales positivos al parásito que hemos hallado en Galicia (es decir, zorros y lobos).

Tabla 23. Carga parasitaria encontrada en las tres muestras musculares analizadas de los jabalíes que resultaron positivos a *Trichinella* spp. (LPG= larvas por gramo).

Hospedador	Año	Provincia	Sexo	Edad	Especie aislada	Carga parasitaria (LPG)
Jabalí	2010	Ourense	H	Joven	<i>T. britovi</i>	25
Jabalí	2014	Ourense	M	Adulto	<i>T. britovi</i>	10
Jabalí	2014	Ourense	H	Adulto	<i>T. britovi</i>	25
H: hembra; M: macho; A: adulto; J: joven						

En la Tabla 6 de “Revisión bibliográfica” se encuentran resumidos los principales artículos publicados en la últimas décadas en relación a la presencia de *Trichinella* spp. en el jabalí de nuestro país y de otros países europeos, reflejando la especie de *Trichinella* aislada, el número total de animales analizados y su prevalencia. Se aprecia claramente la existencia de zonas endémicas con elevados valores (Borza *et al.*, 2012; Zivojinovic, 2013) y países con muy baja prevalencia (Frey, Schuppers *et al.*, 2009; Pannwitz *et al.*, 2010) o ausencia de aislamientos en los últimos años, como Dinamarca o Alemania. En la discusión de esta tesis nos centraremos en contrastar nuestros resultados con los disponibles en la Península Ibérica, que reflejan claramente esta gran diferencia entre prevalencias de *Trichinella* spp. en el jabalí; estas divergencias entre zonas pueden ser debidas a muchos factores epidemiológicos, entre los cuales podemos citar la presencia de explotaciones porcinas y su tipo productivo (intensivo o extensivo), la presencia de vallados cinegéticos, las características orográficas de cada territorio, la abundancia y distribución territorial del jabalí, o la presencia de otros hospedadores silvestres, entre otras muchas causas posibles.

Como ya hemos visto, en el caso del jabalí, por tratarse de una especie cinegética susceptible de aprovechamiento de su carne para consumo humano, se dispone de datos oficiales de las capturas y prevalencias. Durante el periodo 2006-2013 en España se registró una prevalencia del 0,2%, aunque dependiendo de los años este valor varió entre un mínimo de 0,16% en 2009 a un máximo de 0,24% en 2006 y 2008 (EFSA; 2015). No debemos olvidar que se trata de la media de todo el territorio español y existe una gran diferencia entre el norte peninsular, normalmente con prevalencias más bajas, y la parte centro y sur de la Península, con valores tradicionalmente más elevados por la influencia del sistema de explotación del porcino en montanera. El valor de prevalencia obtenido en nuestra tesis (0,047%) está dentro de esta tendencia territorial, si bien es cierto que es inferior a la prevalencia media de nuestro país.

En los 243 jabalíes positivos de España durante el periodo 2009-2014, se detectaron menos de 12 larvas (media de 5,91 larvas/g), mientras que en 162 la cantidad aislada superó las 12 larvas/g. En los jabalíes se pudo identificar la especie implicada mediante técnicas de PCR, correspondiendo el 62,6% *T. spiralis*, el 31,4% a *T. britovi* y un único ejemplar (0,3%) con *T. pseudospiralis* (Zamora *et al.*, 2015).

Según los últimos datos publicados por la EFSA correspondientes al año 2013, España destaca porque ha aportado el 21,8% de los jabalíes positivos registrados oficialmente en la UE (solo Polonia nos supera, con el 33,7% de prevalencia), de los cuales el 30,7% corresponden a aislamientos de *T. spiralis* y el 20,9% a *T. britovi* (el restante 47,8% no se ha identificado la especie). En 2013, la prevalencia media de la triquinosis en jabalí en la UE fue del 1%, mientras que la media española está en el 2% (EFSA, 2015).

Además de los datos oficiales, existen unos cuantos trabajos publicados por distintos autores que aportan información epidemiológica y datos de prevalencia más concretos. Los valores obtenidos por estos autores fluctúan entre el 5,4% y el 0,3%, dependiendo de la zona geográfica, el periodo de estudio, el número de jabalíes analizados y el grado de aleatoriedad (algunos se centran en zonas concretas donde se han descrito brotes en personas o casos positivos en fauna silvestre). El trabajo más extenso en cuanto a tamaño muestral fue llevado a cabo en Extremadura, analizando 29.333 jabalíes cazados en el periodo 1985-1997, con unos resultados de prevalencia del 0,3% y un claro predominio de *T. spiralis* (Pérez-Martín *et al.*, 2000). En el estudio realizado por García-Sánchez *et al.* (2009), analizaron 2.216 jabalíes en los Montes de Toledo durante el periodo 2007-2008, con una prevalencia que alcanzó el 0,77% de *T. spiralis* (la única especie aislada), que es más elevada que la mayoría de los estudios realizados en nuestro país. En Castilla y León y en La Rioja se analizaron en periodos distintos (1999-2005 y 2001-2003, respectivamente) un total de 1.278 jabalíes, con una prevalencia media muy elevada (5,4%), con la particularidad de que en Castilla y León predominó *T. britovi* mientras que en La Rioja se aisló mayoritariamente *T. spiralis* (Fonseca-Salamanca *et al.*, 2009). En 2015 se describe el primer aislamiento en la Península Ibérica de *T. pseudospiralis* en un jabalí de Gerona (Zamora *et al.*, 2015), aunque esta especie ya fue descrita en 1976 en un ratonero común (*Buteo buteo*) al que se le practicó la necropsia en el zoológico de Jerez de la Frontera (Zamora *et al.*, 2015).

En otro estudio realizado en la provincia de Ciudad Real que abarcó 10 años, Boadella *et al.*, (2012) encontraron una prevalencia global de *Trichinella* spp del 0,2% en 95.070 jabalíes cazados. Cuando excluyeron los ejemplares de fincas con vallados cinegéticos que presentaban prevalencias del 7,5% (y donde se adoptaron medidas sanitarias drásticas para reducir dicha prevalencia), el valor medio del periodo se redujo al 0,05% en una población estudiada de 93.182 jabalíes. Por tanto, en dicho trabajo se demuestra que las condiciones de explotación de estos ungulados en fincas cinegéticas pueden ser causa de que la prevalencia de determinados patógenos infectocontagiosos se incremente de forma llamativa respecto a otras áreas en las que los animales tienen libertad de movimiento y donde, habitualmente, las densidades de sus poblaciones son inferiores. Si nos fijamos exclusivamente en la prevalencia que Boadella *et al.* (2012) encontraron en los jabalíes que no procedían de explotaciones cinegéticas valladas, podemos comprobar que la prevalencia que nosotros hemos hallado en los jabalíes de Galicia es muy similar (0,047%), siendo ambas las prevalencias más bajas que se han descrito en los estudios realizados en jabalíes de España. Tal y como hemos explicado con anterioridad, el hecho de que en Galicia no existan fincas cinegéticas valladas y que, por tanto, los jabalíes tengan capacidad de moverse libremente a través de un territorio natural amplio, imposibilita que se den las circunstancias propicias para que aparezcan prevalencias tan elevadas como las encontradas en áreas valladas.

Trichinella spiralis y *T. britovi* son las especies más frecuentes de este parásito en Europa. Basándose en los datos del Centro Internacional de Referencia para *Trichinella*, durante el periodo 1988-2007, en la mayoría de los países europeos *T. britovi* presentó una distribución geográfica más

amplia que la de *T. spiralis*. Sin embargo, en Finlandia, Alemania, Polonia y España se ha comprobado que *T. spiralis* presenta, en general, una mayor prevalencia en la fauna silvestre. Este predominio de *T. spiralis* en España es debido a que la mayor parte de los aislamientos del parásito proceden del centro y sur peninsular donde, hasta hace pocos años, todavía se mantenía activo el ciclo doméstico junto con la importancia de la explotación del porcino en extensivo (montanera), y la escasez de muestreo (y aislamientos descritos) en carnívoros silvestres (sólo el 5,4% de la población total muestreada) (Pozio, Rinaldi *et al.*, 2009). En España se considera que todavía existe ciclo doméstico de *T. spiralis* y, además, ciclo selvático que incluye *T. spiralis* (Alban, *et al.*, 2011).

Para España, se acepta como norma general que en el norte predomina *T. britovi* -como es nuestro caso-, mientras que en el sur se aísla con más frecuencia *T. spiralis* (Fonseca-Salamanca *et al.*, 2009; Perteguer *et al.*, 2009). Basándose en los datos del ITRC del periodo de 1988-2007, *T. spiralis* se aisló en jabalíes cazados en España en mayor proporción que *T. britovi*, y ello es debido a que la parte sur y centro del país aportan el mayor número de ejemplares positivos (Pozio, Rinaldi *et al.*, 2009). De hecho, en Extremadura, donde la triquinelosis se considera endémica por el elevado censo porcino explotado en régimen de semilibertad (montanera) y la alta densidad de jabalíes en las áreas de monte bajo dedicado principalmente a la caza, en el jabalí predomina *T. spiralis* (74%) frente a *T. britovi* (21%), con un 5% de infecciones mixtas (Pérez Martín *et al.*, 2000).

En Galicia, no se han registrado aislamientos en *Trichinella* en porcino desde hace más de 3 décadas, ni se han declarado casos de triquinelosis humana desde 1996. No obstante, nuestros resultados demuestran que *T. britovi* está presente en el jabalí de esta comunidad autónoma y que, evidentemente, eso indica que este ungulado silvestre participa en el mantenimiento y dispersión del parásito en el medio natural. Además, en un entorno en el que están presentes lobos y zorros, nuestros resultados indican que el jabalí, que puede ser presa de lobos y servir de carroña para los zorros y otros carnívoros silvestres, probablemente es una pieza clave en el mantenimiento de la biomasa del parásito en las áreas rurales y forestales de Galicia. En este sentido, el hallazgo de *T. britovi* es la prueba de que este hospedador participa en el ciclo selvático del parásito pero, probablemente, carece de un papel destacado en el mantenimiento del ciclo doméstico. Como hemos indicado en repetidas ocasiones, la especie habitual en el ciclo selvático es *T. britovi*, en tanto que *T. spiralis* es más frecuente en áreas con el ciclo doméstico del parásito y, también, en áreas de transición donde las especies silvestres pueden contactar con especies domésticas u hospedadores sinantrópicos (roedores, principalmente). Por último, nuestros resultados deben servir para poner en alerta a las autoridades sanitarias de esta región, puesto que la carne de jabalí sirve como base de una gran variedad de platos culinarios y productos cárnicos y, por tanto, podría ser una fuente potencial de *Trichinella* para las personas que los consuman.

5.1.5. FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR A LA PREVALENCIA

Sexo y edad. No disponemos de ningún estudio publicado en el que se estudie si el sexo o el grupo de edad sean factores de riesgo de presentación de *Trichinella* spp. en el jabalí. Sin embargo, se acepta de forma unánime que este factor no tiene influencia significativa en la prevalencia de la triquinelosis en dicho ungulado (Pozio *et al.*, 2000). Nuestros resultados así lo confirman claramente en el sexo de los jabalíes, mientras que en el grupo de edad predominan los ejemplares adultos parasitados (2 de los 3 positivos), pero el número de positivos es tan pequeño que cualquier diferencia carece de significación estadística.

Método diagnóstico. En el caso del jabalí y cerdo se han empleado los test de ELISA a partir de suero sanguíneo o jugo de la carne. Richomme *et al.* (2010) no aislaron larvas de *Trichinella* mediante

el método de digestión artificial del diafragma pero, sin embargo, obtuvieron una seroprevalencia de 2,01% mediante una técnica de E/S ELISA a partir de jugo de carne obtenido por descongelación a temperatura ambiente de muestras musculares en bolsa de plástico. Otros autores han contrastado también los resultados obtenidos mediante serología y digestión artificial, con idénticos resultados: no se observó una correlación entre la prevalencia de la infección detectada por serología y mediante digestión artificial (Boadella *et al.*, 2012). La explicación a este desfase pudiera ser la presencia de cargas parasitarias muy bajas que hayan pasado desapercibidas en muestras de 5 g de carne, pero la técnica no está libre de interferencias y reacciones cruzadas. Mientras no se mejoren sus resultados, la seroprevalencia sirve como un indicador del grado de exposición de una población de jabalí al parásito, permitiendo realizar un barrido rápido de un gran número de muestra en muy pocas horas, pero no es una técnica de diagnóstico fiable. En este estudio de tesis doctoral no nos hemos planteado emplear esta técnica serológica puesto que nuestro principal objetivo era determinar la prevalencia de triquinosis con la mayor exactitud posible y, además, cuantificar el número de larvas por gramo de musculatura y poder llegar a tipificar las especies de *Trichinella* aisladas mediante digestión artificial.

Área geográfica. En estudios realizados en áreas o países con grandes diferencias orográficas, térmicas o de su cubierta vegetal, se han descrito ciertas tendencias respecto a la prevalencia de la triquinosis. Por ejemplo, se observó la ausencia de aislamientos de determinadas especies de *Trichinella* en las zonas más montañosas de los Alpes o los Urales (con elevaciones superiores a los 2.000 m) en donde no se dan las circunstancias adecuadas para la supervivencia de los hospedadores o donde la isoterma de invierno no supera los -10°C (Laponia). El estudio más completo sobre la influencia que ejercen las características del hábitat sobre la presencia y supervivencia de las dos especies más frecuentes en Europa, *T. britovi* y *T. spiralis*, fue realizado recientemente por Pozio, Rinaldi *et al.* (2009). Dicho estudio se basó en aplicación del Sistema de Información Geográfica (GIS), teniendo en cuenta, además de las coordenadas del punto de origen de los animales parasitados (longitud y latitud), la elevación del territorio y el tipo de cubierta del suelo. Uno de los resultados más interesantes de este estudio es que la distribución de *T. britovi* y *T. spiralis* en Europa es similar en las áreas agrícolas, en las forestales y en las seminaturales; tampoco encontraron diferencias significativas entre las áreas de regadío y secano, ni entre las tres clases de altitud del suelo, aunque la elevación media de los aislamientos de *T. britovi* fue mayor comparada con *T. spiralis* (Pozio, Rinaldi *et al.*, 2009).

Galicia se caracteriza por un terreno muy irregular pero de baja elevación (500-600 m sobre el nivel del mar), sin grandes accidentes orográficos que limiten la distribución de los hospedadores, con un paisaje en mosaico donde se alternan sin solución de continuidad las explotaciones ganaderas, los suelos cultivados, los bosques y el sotobosque. Estas condiciones favorecen el crecimiento de las poblaciones de jabalí, zorro y lobo, permiten su amplia y bastante homogénea distribución por todo el territorio gallego, y lo más importante, facilitan que la fauna silvestre, las poblaciones humanas y su ganadería convivan estrechamente.

Densidad de población. A pesar de la presión cinegética que se ejerce sobre el jabalí, sus poblaciones se han incrementado en la mayoría de los países europeos. En varios países en donde *Trichinella* spp se manifestaba de forma endémica, se ha comprobado que hay una tendencia de expansión del parásito hacia áreas donde anteriormente la incidencia era menor o nula, observando una correlación entre áreas de mayor prevalencia y la mayor carga parasitaria. Esta tendencia, a su vez, se relaciona con un incremento de la densidad de población (jabalí o zorro) lo que potencia el carroñeo y el canibalismo entre ellos. También se ha apuntado que el incremento de la densidad de población entre los hospedadores (jabalí, zorro, lobo, etc.) les obliga a ocupar nuevos enclaves más montañosos y menos propicios en invierno para conseguir comida, recurriendo al carroñeo y canibalismo (Hurniková y Dubinsky, 2009). Los hábitos necrófagos del jabalí pueden contribuir al mantenimiento y expansión de la parasitosis a través de la ingestión de los cadáveres de zorros o la predación de pequeños mamíferos

enfermos (Antolová *et al.*, 2006; Schynts *et al.*, 2006).

En Galicia, al igual que en otras regiones de España, la densidad de jabalíes se ha incrementado durante las últimas décadas, y su área de distribución también ha crecido considerablemente. Como bien sabemos, se trata de un suido versátil capaz de adaptarse a diferentes condiciones ambientales, incluso a zonas fuertemente antropizadas. Ello, unido a su elevada prolificidad, ha hecho que el jabalí sea incluido entre las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Rosell *et al.*, 2001). Por esta razón, el hallazgo de *T. britovi* en los jabalíes de nuestro estudio debe ser tenido en cuenta como un posible factor de riesgo en la expansión de esta especie de parásito a zonas en las que, en principio, es poco prevalente o está ausente, sobre todo en áreas donde el ciclo biológico del parásito es de tipo doméstico. Además, la creciente densidad de jabalíes en Galicia también puede ser motivo para que este hospedador tenga mayor contacto con zonas periurbanas o incluso urbanas, con lo cual podría aumentar el riesgo de que *T. spiralis* pasase a formar parte del ciclo selvático en el noroeste de la Península Ibérica.

5.2. ZORRO

5.2.1. POBLACIÓN ESTIMADA EN GALICIA, TAMAÑO DEL MUESTREO Y ORIGEN DE LOS ANIMALES

ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN DE ZORRO EN GALICIA. En el presente trabajo, hemos elegido las batidas de caza organizadas y/o supervisadas por la FGC y sociedades federadas, como método para estimar la abundancia de zorros en base al número de animales abatidos, por ser –en nuestra opinión– un método que se adapta mejor que otros a las características del estudio en nuestro entorno, siguiendo la metodología de trabajo descrita por nuestro equipo de investigación (Fidalgo *et al.*, 2009).

En la Tabla 24 y Figura 22 se muestran el total de zorros cazados, así como el número máximo y mínimo estimados en su población basándose al igual que para el caso del jabalí en los estudios de Tellería (2004) y de Rosell (1998).

Tabla 24. Valores máximos y mínimos de la estimación de la población de zorros en las cuatro provincias gallegas (C: A Coruña; LU: Lugo; OU: Ourense; PO: Pontevedra) durante el período 2005-2015, calculados a partir de un porcentaje de extracción del 30% y 25% respectivamente.

Provincia	Población	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	Media
C	Cazada	4.166	3.100	4.179	3.917	3.885	3.718	2.192	4.223	3.128	2.946	3.545
	Máxima	12.525	12.281	12.254	12.748	12.288	12.574	11.278	12.648	11.254	11.236	12.109
	Mínima	9.002	8.827	8.736	9.163	8.832	9.037	8.106	9.091	8.089	8.076	8.696
LU	Cazada	6.013	9.611	7.510	6.863	7.272	5.629	9.232	5.122	11.271	8.799	7.732
	Máxima	24.096	23.595	23.840	22.638	26.604	21.896	30.233	25.928	35.106	25.972	25.991
	Mínima	17.319	16.959	17.135	16.271	19.121	15.738	21.730	18.635	25.232	18.668	18.681
OU	Cazada	3.634	4.188	5.516	5.823	5.263	6.692	5.378	4.901	5.585	5.228	5.221
	Máxima	13.148	14.803	18.803	18.940	19.142	20.513	16.850	17.322	19.039	17.949	17.651
	Mínima	9.450	10.640	13.515	13.606	13.716	14.744	12.111	12.450	13.684	12.901	12.687
PO	Cazada	2.837	3.359	3.218	3.969	3.635	3.595	2.909	2.685	2.636	2.654	3.164
	Máxima	9.308	11.078	11.372	9.558	12.341	12.403	9.080	9.714	9.670	9.048	10.371
	Mínima	6.690	7.962	8.174	6.970	8.942	8.817	6.526	6.982	6.950	6.503	7.454
GALICIA	Cazada	16.650	20.258	20.423	20.572	20.055	19.674	19.711	16.931	22.720	19.627	19.662
	Máxima	59.077	61.757	66.269	63.985	70.374	67.424	67.441	65.612	75.069	64.205	66.121
	Mínima	42.461	44.388	47.560	45.990	50.581	48.461	48.473	47.158	53.955	46.148	47.518

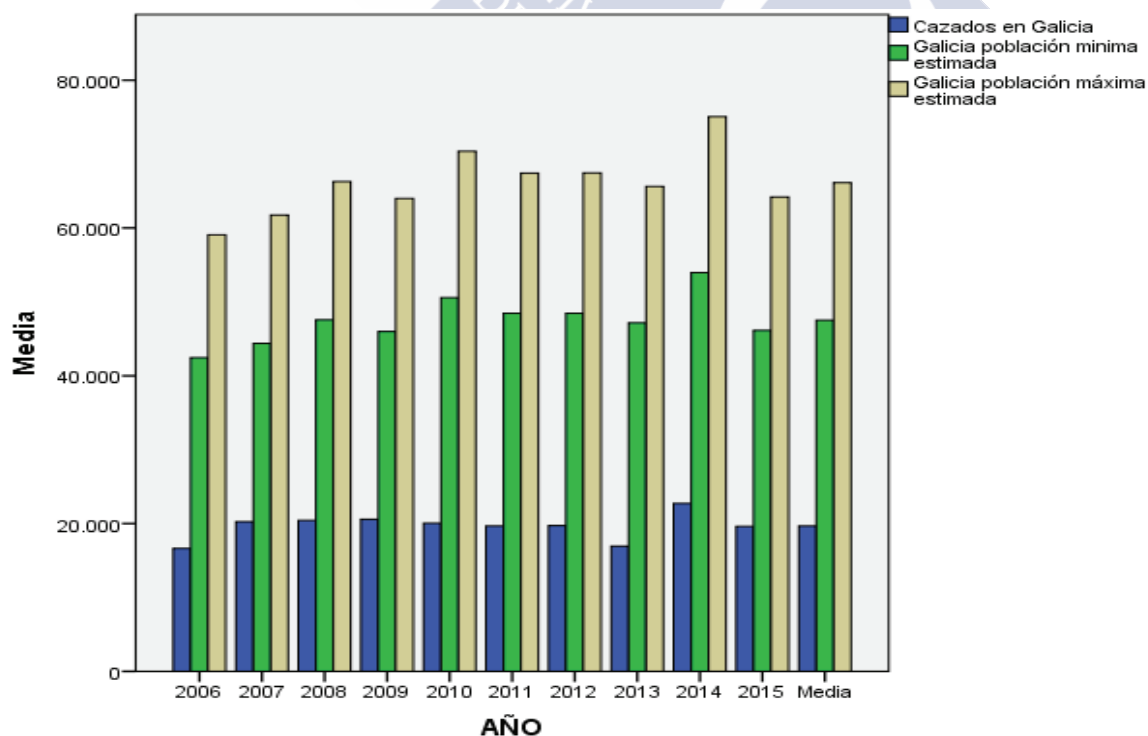


Figura 22. Valores máximos y mínimos de la estimación de la población de zorros en Galicia durante las diez últimas temporadas de caza, calculados en base a los animales abatidos cada temporada.

El hecho más destacable que se desprende de estos datos es que la población vulpina en Galicia permanece estable, calculada entre 47.500 y 66.000 animales, con las oscilaciones propias de una especie silvestre que está influida por factores ambientales (condiciones climatológicas, abundancia de predadores, presión cinegética, oferta de alimento, etc.).

TAMAÑO DEL MUESTREO DE ZORRO Y REPRESENTATIVIDAD. El zorro ha sido el carnívoro silvestre del que más muestras se han analizado en el presente estudio. En concreto, los zorros aportaron el 92,3% de las muestras de carnívoros analizadas; este valor está proporcionalmente en consonancia con el tamaño de la estimación de abundancia del zorro en Galicia en el periodo estudiado. Según los parámetros fijados (y descritos en el capítulo de material y métodos) habíamos determinado que era necesario muestrear, como mínimo, 657 zorros para que los resultados del estudio fuesen estadísticamente representativos, objetivo que hemos cumplido, ya que el total de animales estudiados fue de 1.196 (Tabla 25).

En la siguiente tabla se desglosa el número de zorros muestreados en cada provincia así como la prevalencia de triquinosis obtenida.

Tabla 25. Número de zorros muestreados en cada provincia gallega, así como valores de prevalencia de *Trichinella* spp. obtenidos en cada una de ellas y, de forma global, en Galicia.

		Zorros muestreados (n)	% sobre el total	Nº positivos	Prevalencia (%)
PROVINCIA	A Coruña	206	17,22	1	0,485
	Lugo	661	55,27	5	0,756
	Ourense	67	5,60	2	2,985
	Pontevedra	262	21,91	1	0,382
Total		1.196	100	9	0,753

En el mapa que seguidamente se expone (Figura 23) se representa la distribución del muestreo que se ha realizado, considerando el ayuntamiento como la unidad espacial más pequeña. En general, se puede afirmar que el muestreo ha abarcado la mayoría de la superficie de Galicia en la que está permitida la caza del zorro, estando representados, por tanto, los principales ecosistemas de la geografía del noroeste peninsular en la que está presente este cánido silvestre.

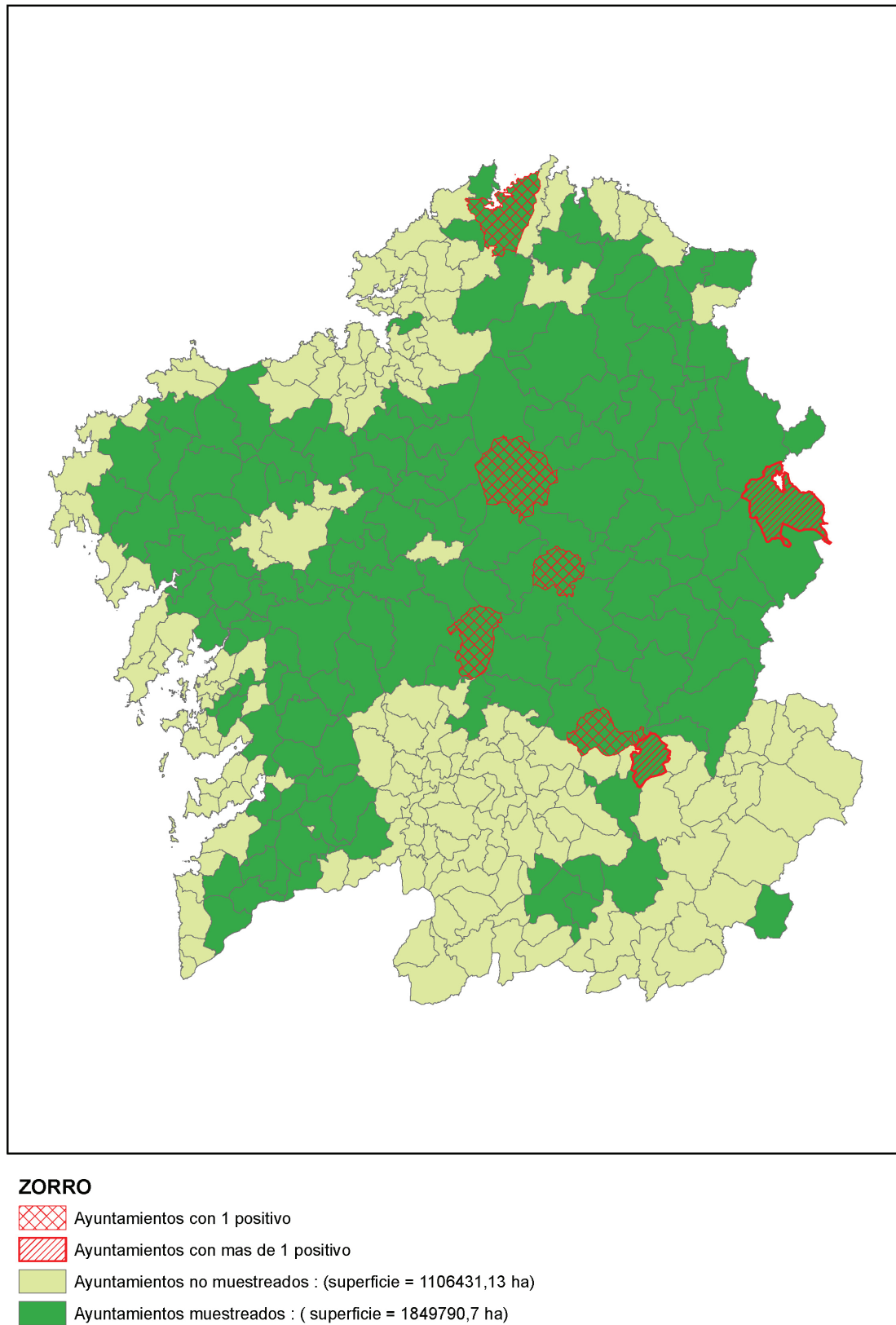


Figura 23. Mapa de Galicia con los ayuntamientos en los que fueron obtenidos los zorros analizados, así como los ayuntamientos en los que se detectaron ejemplares parasitados por *Trichinella* spp.

La provincia de Lugo fue el territorio donde el muestreo fue más amplio y minucioso, ya que se trató de la provincia en la que se pudieron obtener un mayor número de zorros y, además, en la que el total de la superficie batida fue más extensa. En menor proporción, las provincias de A Coruña y Pontevedra están bien representadas, abarcando los hábitats típicos del zorro, con un predominio de las comarcas más despobladas o cuyo principal motor económico son las actividades agroganaderas.

Al igual que en el caso del jabalí, destaca la ausencia de muestreo en los ayuntamientos periféricos a las grandes ciudades donde reside una parte considerable de la población humana; aunque la presencia de zorros está constatada, por razones de seguridad, ni la caza está permitida (o muy restringida) ni se organizan competiciones cinegéticas. Se debe resaltar también la ausencia de muestreo en la franja costera coruñesa y pontevedresa (que son ayuntamientos más poblados), así como en la mayor parte del litoral lucense. De hecho, la mayoría de los zorros analizados de estas zonas fueron animales ingresados en los centros de recuperación, y no se trataba de ejemplares abatidos en competiciones cinegéticas.

La menor intensidad del muestreo en la provincia de Ourense (67 zorros), tanto en lo referente al número de animales examinados como superficie total estudiada, es debida principalmente a las dificultades que suele haber para organizar las competiciones cinegéticas oficiales y, posiblemente, la falta de tradición en la caza del zorro, de manera que el menor número de muestras obtenidas en esta provincia no debe ser achacado a una menor abundancia del zorro. De hecho, son pocas las competiciones cinegéticas que se consiguen organizar y, cuando tienen lugar, son escasas las cuadrillas de cazadores participantes, lo que demuestra que los cazadores prefieren desarrollar la actividad cinegética en ámbitos locales más que en reuniones comunitarias. Como se sabe, los estudios epidemiológicos basados en muestrear fauna silvestre conllevan muchas dificultades que a veces son imponderables. A este respecto, debemos destacar que, en el estudio de Segovia *et al.* (2004), en el que se estudió la parasitofauna de carnívoros del noroeste peninsular, consiguió ejemplares de zorro de todas las provincias gallegas excepto de Ourense. Un hecho que nos llamó la atención fue que los zorros de varias zonas de la provincia ourensana presentaban una mayor proporción de gerontes, indicativo de una baja presión cinegética, entre otras posibles razones.

En la revisión bibliográfica se comprueba que, al igual que en nuestro estudio, la mayoría de los zorros proceden de batidas de caza, y complementan con una pequeña cantidad de ejemplares atropellados, encontrados muertos o procedentes de centros de recuperación. En todos los países de nuestro continente, el zorro es una especie cinegética que se caza sin grandes restricciones legales, al igual que ocurre en Galicia, siendo la presión cinegética a la que está sometido incluso mayor que la del noroeste de la Península Ibérica, de manera que las posibilidades de muestreo se incrementan considerablemente. Un claro ejemplo de la abundancia de muestras disponibles lo refleja el estudio de Enemark *et al.* (2000) que analizaron las muestras de 6.141 zorros, de ellos 3.133 abatidos en la temporada de caza del 1995-1996 y 3.008 cazados en la temporada 1997-1998 en un país de muy baja prevalencia de *Trichinella* spp. como es Dinamarca (0,001%). El trabajo que aportó el mayor número de ejemplares analizados se llevó a cabo en Eslovaquia durante las campañas bianuales de vacunación frente a la rabia, cazándose 5.270 zorros y obteniendo una prevalencia que se incrementó a lo largo del tiempo (Hurníková y Dubinsky, 2009). También se han realizado otros estudios en el ámbito europeo con tamaños muestrales considerables, como es el caso de los 3.304 zorros analizados en Hungría (Tolnai *et al.*, 2014), los 2.116 ejemplares cazados también en Hungría (Szell *et al.*, 2008), o los 1.634 zorros analizados en Polonia (Chmurzynska *et al.*, 2013). En las restantes publicaciones sobre la prevalencia de *Trichinella* spp. en Europa, el número de zorros analizados es mucho menor, estando la mayoría de ellos por debajo de los 500 ejemplares (para mayor detalle, ver la Tabla 7 de revisión bibliográfica).

Por otra parte, debemos destacar que nuestro trabajo es de los pocos estudios epidemiológicos

de la triquinosis que indican, junto al número de animales examinados, la estimación de la población vulpina presente en el área de estudio. Uno de los escasos trabajos es el realizado por Tolnai *et al.* (2014), quienes analizaron los cadáveres de 3.304 zorros de Hungría, lo que equivale a más del 4% de la población total.

Una diferencia entre el planteamiento de nuestra tesis y muchos de los trabajos realizados hasta el presente en Europa es que, en nuestro caso, el muestreo de los zorros y del resto de especies de carnívoros que componen el estudio, se llevó a cabo por miembros de nuestro equipo de investigación y no por los cazadores o guardas, por lo que la recopilación de la información necesaria para el estudio epidemiológico ha sido, en general, más completa (grupo de edad, sexo, localización, etc.).

Si nos fijamos en los trabajos realizados en la Península Ibérica, el número de zorros muestreados varía ampliamente. En la investigación sobre la prevalencia de esta parasitosis en Cataluña, López Olvera *et al.* (2011) analizaron las muestras procedentes de 1.319 zorros abatidos en el periodo de 1998-2007, obteniendo una prevalencia del 0,3%, con aislamiento *T. britovi* en la mitad de los animales, y sin llegar a la identificación en 2 zorros positivos. En la tesis doctoral de Gerrikagoitia (2010), en el País Vasco se analizaron entre 2001 y 2006 un lote de 56 animales, con ejemplares procedentes de CRFS y actividad cinegética (37 zorros) de las tres provincias vascas (aunque con predominio claro de Álava), hallando una prevalencia del 3,5% de *Trichinella* pero sin determinar la especie. En un estudio que abarca Castilla y León (1999-2005) y La Rioja (2001-2003) se obtuvieron resultados del 22,85% de positividad de una población de 70 zorros; en todos los ejemplares abatidos en Castilla y León se identificó *T. britovi*, mientras que en La Rioja se identificó *T. spiralis* en el 33,3% de los zorros positivos, correspondiendo el 67% restante a zorros parasitados por *T. britovi* (Fonseca-Salamanca *et al.*, 2009). En la provincia de Guadalajara, Criado-Fornelio *et al.* (2000) aislaron larvas de *T. spiralis* en 6 zorros de un total de 67 zorros, lo que supone un valor de positividad del 8,9%; un resultado llamativo es que los zorros se capturaron en tres valles del Tajo central, obteniendo prevalencias muy distintas entre sí según el valle estudiado (19%, 6,6% y 0%). Cordero del Campillo y Rojo (1990) dan unos valores de prevalencia de *T. spiralis* para el noroeste español que varían entre 6,8% y el 30 % (citado por Criado-Fornelio *et al.*, 2000). Por su parte, Gortázar *et al.* (1998) realizaron la necropsia completa a 84 zorros del Valle del Ebro y describieron una prevalencia del 1,2%, que se corresponde con un único zorro procedente del grupo de zona semiárida (es decir, no hubo animales positivos a *Trichinella* spp. entre los procedentes de zonas de regadío).

Resulta interesante el trabajo realizado por Fonseca-Salamanca *et al.* (2009), el único estudio conocido de la Península Ibérica que ha incluido 215 perros asilvestrados o vagabundos de La Rioja, obteniendo una prevalencia de 1,39%, y donde el 33% de los perros positivos eran portadores de *T. spiralis* y el 67% restante presentaban parasitación por *T. britovi* (en igual proporción a la observada para el zorro).

Entre los escasos estudios realizados en Portugal, este año se ha publicado el aislamiento de *T. britovi* en un zorro cazado en Bragança, en el norte del país (territorio limítrofe con las provincias de Ourense y Zamora) de los 47 muestreados, mostrando una prevalencia del 2,1% (Lopes *et al.*, 2015). Años antes, Magalhães *et al.* (2004) investigaron la presencia de *Trichinella* spp. en distintas especies silvestres de Portugal, donde se incluían 206 zorros de distintas regiones del país; encontraron 10 zorros positivos, lo que equivale a una prevalencia de 4,9% (sin determinar la especie implicada), que se detectaron en la región de Beira Interior, pero ninguno en la franja norte limítrofe con Galicia. En ambos trabajos se destaca la necesidad de controlar la evolución de la parasitosis en la fauna silvestre, destacando la importancia del zorro como especie de interés epidemiológico, ya que evidenció el mantenimiento del ciclo aún cuando los 189 jabalíes también analizados resultaron negativos (Magalhães *et al.*, 2004).

Airas *et al.* (2010) realizaron un estudio de prevalencia de *Trichinella* selvática en distintas especies de carnívoros silvestres de Finlandia, entre ellas el zorro, donde la correlacionaron con la estimación de abundancia de carnívoros silvestres y la tasa de mortalidad por caza; sin embargo, en este estudio el tamaño muestral de zorro fue bajo (n=189). Sus principales conclusiones indican que el zorro es un importante reservorio de *Trichinella* spp., y lo consideran una buena especie indicadora de la situación de la triquinelosis selvática, por ser ubicuo y por tener una amplia distribución, conclusiones que compartimos para el caso de Galicia.

ORIGEN DE LOS ZORROS. Al igual que el jabalí, en Galicia el zorro se considera una especie abundante, con poblaciones estables, que presenta una amplia distribución en la mayoría de los hábitats, ocupando prácticamente todo el territorio. Por ello el aprovechamiento cinegético de esta especie está autorizado en todos los TECORES de Galicia; este hecho facilita que se pueda planificar el muestreo de los zorros, y con ello, que la población analizada sea representativa de la población vulpina gallega, desde el punto de vista estadístico.

La inmensa mayoría de las muestras de zorro se obtuvieron en los campeonatos organizados en los meses de invierno y gracias a la colaboración con la FGC. Tan solo una pequeña parte de las muestras procedió de los centros de recuperación a partir de ejemplares atropellados o que han sufrido otro tipo de traumatismos, caza ilegal (lazos) o animales enfermos que fue necesario sacrificar o murieron durante el tratamiento.

El muestreo, hasta cierto punto, se pudo planificar pero teniendo que ajustarse a las localizaciones, fechas y circunstancias de las competiciones cinegéticas; la principal dificultad que hemos encontrado para obtener un muestreo homogéneo en todo el territorio gallego fue la falta de interés por parte de las organizaciones cinegéticas locales en organizar competiciones en comarcas diferentes (como ocurrió en la provincia de Ourense), teniéndose que repetir año tras año las pruebas en los mismos TECORES y zonas. A pesar de estas dificultades organizativas, el número de ejemplares disponibles anualmente fue considerablemente elevado (una media de 150-250 zorros) pero, como decimos, fue necesario realizar el trabajo de campo durante varios años para obtener muestras de casi todas las zonas de Galicia.

5.2.2. MÚSCULOS MUESTREADOS Y PESO DE LA MUESTRA

Para nuestro estudio hemos analizado, como mínimo, muestras de 20 g procedentes de los músculos de las extremidades torácicas o, en su defecto, en las pelvianas o lengua, siguiendo las indicaciones de organismos internacionales e investigaciones de referencia (Kapel *et al.*, 2005).

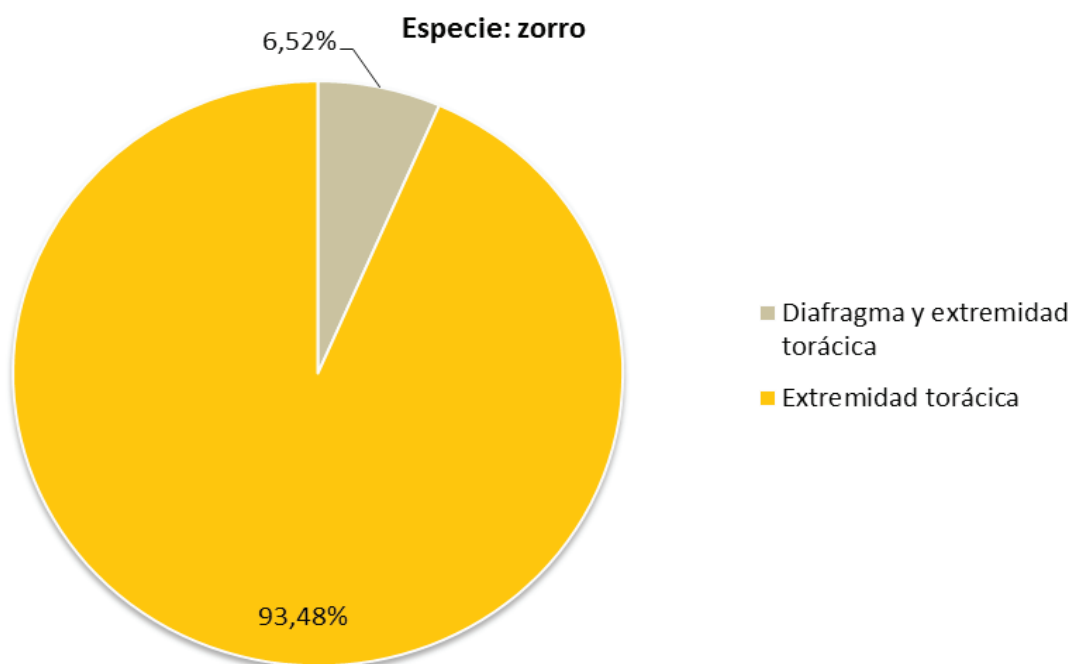


Figura 24. Porcentaje de las distintas combinaciones de músculos de zorro que componían las muestras analizadas para la detección de larvas de *Trichinella* spp. mediante digestión artificial.

Como se ha mencionado con anterioridad, Kapel *et al.* (1994) realizaron una infección experimental en zorros con el fin de describir los músculos donde se concentraba la mayor carga parasitaria de *T. spiralis*. La mayor concentración de larvas se produce, por orden decreciente, en músculos oculares, musculatura distal de la extremidad torácica (músculos flexor carpo-cubital y extensor carpo-radial), la extremidad pelviana (músculo gastrocnemio), la lengua y el diafragma. Otro de los aspectos interesantes del citado estudio, es que se llevó a cabo la infección experimental en zorros alojados en recintos, con menor actividad locomotora que tienen los ejemplares silvestres. Sin embargo, en sus conclusiones afirman que depende más de la potencialidad motora del músculo o grupo muscular que de la actividad real y concreta de cada zorro, ya que se han obtenido los mismos resultados en zorros de vida libre con infección natural y los zorros confinados en cubículos e infectados experimentalmente. La ICT (Gamble *et al.*, 2000) recomienda que, para estudiar la presencia de *Trichinella* spp. en carnívoros silvestres, se analicen como mínimo 10 g de los “músculos de las extremidades”, preferiblemente los del antebrazo, basados en la evidencias de los resultados de Kapel *et al.* (1994). Por lo que todos los trabajos realizados a partir de esta fecha, suelen seguir estas indicaciones.

Posteriormente Kapel *et al.* (2005), en un estudio con mayor número de zorros y jabalíes, valoró los músculos de predilección para 9 genotipos de *Trichinella* (entre ellos *T. britovi*, *T. spiralis* y *T. pseudospiralis*), concluyendo que en el zorro las especies encapsuladas se encontraban principalmente en lengua, extremidades y diafragma, y la no encapsulada (*T. pseudospiralis*) en el diafragma. Por lo tanto, los sitios de elección para el zorro incluyen los músculos flexores y extensores de la extremidad anterior (bíceps y tríceps braquiales) y la lengua. Webster (2005) elige estos músculos para extraer las larvas musculares en infecciones experimentales con *Vulpes vulpes*. Zimmer *et al.* (2008), coinciden con que los lugares de predilección de la larvas en los zorros infectados, tanto de forma natural como experimentalmente, son los músculos de la órbita, extremidad torácica y lengua para las especies de

Trichinella encapsuladas; mientras que la mayor densidad de larvas de la especie no encapsulada (*T. pseudospiralis*) se localizan en el diafragma por lo tanto, recomienda, a efectos prácticos, muestrear los músculos extensores de la parte distal de la extremidad torácica (m. extensor carpo radial) y los flexores de la parte proximal (m. bíceps braquial) como muestra preferente, pero también incluye lengua y masetero para completar los 10 g. Rafter *et al.* (2005) tomaron una muestra equitativa de lengua, masetero y extremidad torácica en zorros hasta completar 10 g para el aislamiento de *T. spiralis* (la mayoría cazados y, unos cuantos, atropellados), obteniendo cargas parasitarias medias de 10 a 20 larvas/g.

La ICT recomienda, para carnívoros silvestres, tomar una muestra de 10 g de los músculos de la extremidades (ICT, 2006). En nuestro estudio, para el muestreo de los zorros hemos tomado los músculos de la porción distal de la extremidad torácica. En contadas ocasiones se muestreó la lengua para evitar dañar la piel del animal abatido o las extremidades torácicas, o si el destrozo del disparo lo requería. En las competiciones cinegéticas de Galicia con un número elevado de ejemplares a valorar, inspeccionar y muestrear, como en las que hemos participado, el muestreo de la musculatura de las extremidades (torácicas o pelvianas) resulta más sencillo y rápido y, además, compatible con el aprovechamiento peletero de los zorros abatidos (la piel de las extremidades es la de menor valor e interés para esta industria). Sin embargo, obtener una muestra de diafragma en condiciones de campo, resulta más laborioso, requiere incidir la cavidad abdominal y, por tanto, provoca que se derrame mucha más sangre, por lo que no lo recomendamos. En nuestro estudio, la mayoría de los zorros fueron abatidos varias horas antes de llegar al puesto de control veterinario, por lo que ya se había instaurado el rigor mortis; en estas condiciones, para conseguir abrir la boca y muestrear la lengua se debe aplicar una fuerza considerable haciendo palanca. En resumen, los músculos de las porciones distales de las extremidades, además de ser los recomendados por organismos internacionales e investigadores, resultan los más idóneos para las condiciones de campo en que trabajamos.

En un país como Dinamarca, con una importante producción porcina y ausencia de casos positivos en cerdos y humanos desde hace décadas, y muy interesado comercialmente en considerarse libre de triquinosis, la monitorización de la fauna silvestre es un punto clave para obtener esta categoría. Dado que en los zorros estudiados en este país la prevalencia fue muy baja (<0,001%), la recomendación para futuros trabajos epidemiológicos propone aumentar la cantidad de muestra (>20 g) para incrementar la sensibilidad de la digestión artificial (Enemark *et al.*, 2000), tal como hemos realizado en nuestra tesis doctoral.

5.2.3. SEXO Y GRUPO DE EDAD DE LOS ZORROS MUESTREADOS

En la Tabla 26 se indica la prevalencia que ha obtenido *Trichinella* spp. en función del sexo y la categoría de edad de los 1.196 zorros muestreados.

Tabla 26. Prevalencia de *Trichinella* spp. en los zorros, en función del sexo y grupo de edad de los ejemplares analizados.

		n	% zorros	Positivos	Prevalencia (%)
SEXO	Hembra	520	43,48	5	0,962
	Macho	676	56,52	4	0,592
EDAD	Jóvenes	421	35,20	2	0,475
	Adulto	599	50,08	3	0,501
	Geronte	176	14,72	4	2,273
Total		1.196	100	9	0,753

En nuestro estudio, el número de machos (56,52%) es ligeramente superior al de las hembras (43,48%). En el libro *O raposo en Galicia* (Fidalgo *et al.*, 2009), disponemos de la última referencia publicada sobre la dinámica poblacional de esta especie, encontrando que estas proporciones entre sexos fueron muy similares: con un 50,18% de hembras frente a un 49,82% de machos (estudio que analizó los datos de 843 zorros de toda Galicia). Suponemos que este mayor porcentaje se debe a la mayor movilidad de los machos dentro de los territorios, bien sea porque la época de caza es anterior y muy próxima a la época de celo o por su propio comportamiento territorial. Esta mayor movilidad propicia que sean más fácilmente abatibles (rastros más evidentes o recientes, visitan zonas más desprotegidas, etc.). Las mismas proporciones de machos y hembras (56% y 44% respectivamente) se describen en un reciente trabajo sobre helmintos estudiados en 399 zorros de casi todo el territorio español, aunque en él no se hace referencia a *Trichinella* spp. (Segovia *et al.*, 2004).

En cuanto a la determinación de la edad de los zorros de nuestro estudio, es una información bastante precisa y fiable, puesto que fue realizada por veterinarios de nuestro grupo de investigación durante la realización de la necropsia y toma de muestras de los animales. Además, se dispuso de distintos trabajos científicos anteriores que establecen la edad de los zorros en función del desarrollo corporal y del desgaste de las piezas dentales, principalmente de los incisivos. La mayoría de los autores e instituciones (como la OIE) toman como referencia los criterios establecidos por Giraudoux *et al.* (2001), que también nos han servido de guía en esta tesis doctoral. En nuestro estudio no se han incluido cachorros, ya que ni son objeto de caza ni los CRFS nos aportaron ejemplares (ingresan pocas crías, normalmente por orfandad, y suelen sacarse adelante con éxito en los centros). Dada la considerable cantidad de gerontes muestreados, para realizar el estudio estadístico se ha considerado como un grupo independiente de los adultos.

En los grupos de edad predominan claramente los zorros adultos (50,08%) sobre los jóvenes (35,2%) y gerontes (14,72%). El predominio de los adultos se puede explicar porque esta especie alcanza muy rápidamente la madurez sexual (antes del año de vida ya está en plenas condiciones de reproducirse) y, además, es relativamente longeva en hábitats que les proporcionan unas condiciones favorables de alimentación. Un dato que apoya la mayor probabilidad de que los zorros lleguen a ser más longevos en el medio natural que otros cánidos silvestres es que, en nuestro trabajo, los zorros gerontes supusieron el 14,72% de la población muestreada, mientras que en el caso de los lobos estudiados en esta tesis doctoral fue del 1%.

Si comparamos los resultados con el estudio realizado por nuestro equipo anteriormente en Galicia, los resultados son bastante similares: 39,9% jóvenes, 45,2% adultos y un 14,9% corresponde a los gerontes, lo que refuerza la idea de que la población vulpina se mantiene estable y casi constante a lo largo del tiempo. En otras zonas de la Península Ibérica estas proporciones varían enormemente, posiblemente debido a la presión cinegética a la que se vea sometido el zorro en cada zona concreta, a la mortandad debida a diversos agentes infectocontagiosos como la sarna sarcóptica, o la disponibilidad trófica propias de cada zona; de hecho, cuanto mayor es la presión cinegética, se incrementa el número de juveniles y disminuye el de gerontes. No se debe olvidar que Galicia es uno de los territorios de la Península Ibérica de mayor densidad de población invernal de zorro, con 2,71 ejemplares/km² según la última estimación realizada entre los años 2006 y 2008 (Fidalgo *et al.*, 2009).

En los pocos estudios que desglosan pormenorizadamente los grupos de edad de los animales analizados, Di Cerbo *et al.* (2008) encontraron que, de una muestra de 172 zorros abatidos en el noreste de Italia, el 67,2% eran adultos, el 24,2% juveniles y un 8,6% crías. Si lo comparamos con los ejemplares analizados en nuestro estudio, y con la diferencia de que en nuestro trabajo no hemos examinado cachorros, la distribución en grupos de edad es muy similar. Existe otro estudio realizado en Noruega en el que se analizó la presencia de *Trichinella* en una muestra de zorros compuesta por una cantidad

considerablemente mayor de machos (60,6%) que de hembras (39,4%), así como una diferencia más pronunciada que la nuestra entre los adultos (61,3%) y los jóvenes (38,7) (Davidson *et al.*, 2006).

En cuanto a la información disponible en la Península Ibérica, varios grupos de investigación han realizado trabajos en los que el área de estudio abarca desde varias comunidades autónomas hasta, en otros casos, zonas muy concreta de una provincia. Destaca por su elevado tamaño muestral el estudio de López Olvera *et al.* (2011) que incluyó el muestreo de 1.319 zorros de distintas comarcas de toda Cataluña abatidos durante un periodo de 10 años (1998-2007), detectando una baja prevalencia de *Trichinella* spp., pero sin incluir los datos referentes al sexo o grupo de edad de los animales, de manera que no podemos comparar las características del muestreo que realizaron con el de nuestro estudio. Por último, cabe destacar un estudio más reciente realizado por Gerrikagoitia (2010) en el País Vasco, abarcando 10 especies de mamíferos carnívoros silvestres, e incluyó la necropsia y estudio de *Trichinella* en 56 zorros (abatidos en la temporada de caza o procedentes de centros de recuperación), de los que desconocemos los datos de sexo y edad concretos para cada una de las especies.

Fonseca-Salamanca *et al.* (2009) realizaron un estudio comparativo en distintas especies silvestres y cerdo doméstico de la prevalencia de las especies *Trichinella* en Castilla y León (en el periodo comprendido entre 1995-2005) y La Rioja (2001-2003), en donde se describe el aislamiento de larvas en 13 zorros de Castilla y León y en 3 de La Rioja, sin que dispongamos de más información acerca del sexo y edad de los animales muestreados. En Extremadura, zona de alta prevalencia de triquinelosis en jabalí, Pérez-Martín *et al.* (2000) realizaron el estudio de la triquinelosis selvática en ambas especies conjuntamente durante el periodo de 1985-1997, donde se analizaron 227 zorros, aunque no se tuvieron en cuenta el sexo y la categoría de edad de los animales examinados.

Criado-Fornelio *et al.* (2000) estudiaron la prevalencia de distintos agentes parasitarios en tres valles de la provincia de Guadalajara en un total de 67 zorros procedentes de actividades cinegéticas, sin que tampoco se aporte datos sobre el sexo o edad, pero destaca la existencia de marcadas diferencias entre las tres zonas geográficas respecto al aislamiento de *Trichinella*. En el trabajo de Gortázar *et al.* (1998) se realizó el estudio de presencia de helmintos en zorros en dos tipos de hábitats diferentes del Valle del Ebro, abarcando un lote de 84 animales en donde se obtuvo una prevalencia para *Trichinella* spp. de 1,2% mediante la técnica de compresión en placa. Aunque se dispone de información sobre aislamientos de *Trichinella* en zorros de otras áreas de España, se trata de la descripción de casos positivos aislados sin que se acompañen de otra información epidemiológica de interés (sí se tendrán en cuenta a la hora de tratar el apartado de prevalencia).

5.2.4. PREVALENCIA, ESPECIES DE *Trichinella* AISLADAS Y CARGA PARASITARIA

Como se puede apreciar en la Tabla 27, se han aislado larvas de *Trichinella* en 9 zorros de los 1.196 analizados. En siete de ellos se pudo llegar a identificar la especie involucrada mediante una técnica Multiplex-PCR según el protocolo desarrollado por Pozio y La Rosa (2003), correspondiendo en todos los zorros a *T. britovi*. Lamentablemente, en dos de los zorros en los que se aislaron larvas I de *Trichinella* spp. mediante digestión artificial, no se pudo llegar a identificar molecularmente la especie, debido posiblemente al deterioro de las larvas durante el proceso de la extracción o durante la conservación de las muestras antes de su digestión (Franssen *et al.*, 2014).

En los zorros positivos a *Trichinella* spp., el número de larvas por gramo fue inferior al detectado en los jabalíes positivos de nuestro estudio, estando comprendido entre 1 y 12 LPG. Llama la atención que las mayores cargas parasitarias se detectaron en animales gerontes (entre 7-12 LPG). Uno de los escasos estudios en los que se describe la carga parasitaria de *Trichinella* spp. en zorros es el realizado en

Suecia por Roneus y Christensson (1979), quienes, en un total de 1.151 zorros, hallaron una prevalencia del 19,6%; encontraron entre 0,05 y 200 LPG, presentando el 3,4% de los zorros positivos más de 50 LPG, el 69,3% entre 1 y 49 LPG, en tanto que en el 27,3% de los casos positivos se obtuvo menos de 1 LPG. Estos autores no encontraron diferencias significativas entre la carga parasitaria y el sexo o el grupo de edad (Roneus y Christensson, 1979). Otro trabajo destacable es el de Hurníková y Dubinsky (2009), quienes estudiaron la presencia de la triquinosis en más de 5.200 zorros de Eslovaquia, encontrando un rango de carga parasitaria de 0,06-283 LPG, con una media cercana a 9 LPG; en este estudio se indica que el 66,7% de los zorros positivos presentaron cargas parasitarias comprendidas entre 1 y 20 LPG. Nuestro estudio concuerda con estos trabajos, puesto que las cargas parasitarias que hemos encontrado en los zorros de Galicia han sido bajas. Pensamos que la razón por la cual Roneus y Christensson (1979) no encontraron diferencias en función de la edad del zorro, posiblemente sea debida a que la prevalencia del área de estudio era muy elevada. En estas condiciones, es lógico pensar que la probabilidad de que un animal joven adquiera la parasitación es mayor que en zonas de baja prevalencia, como es el caso de Galicia, de manera que el efecto de la edad se ve amortiguado por el hecho de que la disponibilidad de fuentes de infección del parásito en el entorno es mayor que en áreas de baja prevalencia. En nuestro estudio, el hecho de que la prevalencia de *Trichinella* en el medio natural sea baja es posiblemente la causa de que los animales de mayor edad sean los que más probabilidad tienen de tener mayores cargas parasitarias. Los gerontes, debido a su mayor edad, han tenido más tiempo a lo largo de su vida de consumir carroña o presas con larvas de *Trichinella* y, por tanto, de actuar como acumuladores de este parásito en el ecosistema. De hecho, parece ser que *T. britovi* no induce una respuesta inmune fuerte en el hospedador, lo que permite que este pueda sufrir reinfecciones, ya sea con la propia especie *T. britovi* o bien con *T. spiralis* (Pozio, Rinaldi *et al.*, 2009). En los zorros de Galicia, como hemos indicado, en los gerontes se halló *T. britovi*, de manera que este hecho puede ser una de las razones por las que, en estos animales de más edad, se haya producido a lo largo de su vida reinfecciones y, de esta forma, hayan alcanzado una mayor carga parasitaria que el resto de zorros positivos de menor edad.

Tabla 27. Carga parasitaria encontrada en los nueve zorros que resultaron positivos a *Trichinella* spp. (LPG: larvas por gramo; NI: No identificadas mediante PCR).

Hospedador	Año	Provincia	Sexo	Edad	Especie aislada	Carga parasitaria (LPG)
Zorro	2006	Lugo	H	J	<i>T. britovi</i>	2
Zorro	2006	Lugo	H	G	<i>T. britovi</i>	10
Zorro	2006	Lugo	M	A	<i>T. britovi</i>	1
Zorro	2008	A Coruña	H	J	<i>T. britovi</i>	5
Zorro	2008	Pontevedra	M	G	<i>T. britovi</i>	12
Zorro	2013	Lugo	H	G	<i>T. britovi</i>	7
Zorro	2013	Lugo	H	A	<i>T. britovi</i>	5
Zorro	2013	Ourense	M	G	<i>T. britovi</i>	8
Zorro	2013	Ourense	M	A	<i>T. britovi</i>	1
H: hembra; M: macho; A: adulto; G: geronte; J: joven						

En la Tabla 7 del apartado de “Revisión bibliográfica” se encuentran reflejados los datos de la especie de *Trichinella* aislada, su prevalencia, y el tamaño muestral para el zorro en los distintos países europeos, incluyendo España. Se aprecia claramente la existencia de zonas donde la prevalencia en zorros (y en otras especies) es muy elevada, considerándose zonas endémicas; es el caso de Finlandia, con el 56,8% de los zorros parasitados (Oivanen *et al.*, 2002); el 48,3% en Rusia (Pozio, Casulli *et al.*,

2001), con valores del 48,3%; o el 42,3% en Bulgaria (Georgieva *et al.*, 2000). En contraste, existen varios países con prevalencias bajísimas, próximas a la ausencia de positividad, como Gran Bretaña (Zimmer *et al.*, 2008), Dinamarca (Al-Sabi, *et al.*, 2014) o Bélgica (Vercammen *et al.*, 2002).

En las restantes zonas españolas muestreadas, normalmente los valores de prevalencia fueron muy superiores aunque se debe tener presente que pueden estar influenciados por el limitado tamaño muestral, la escasa extensión territorial o, simplemente, que la finalidad no era el estudio pormenorizado de triquinosis. En una zona peninsular con alta prevalencia de triquinosis en porcino y jabalí como es Extremadura, la prevalencia de *Trichinella* spp. en zorro fue del 3% (Pérez-Martín *et al.*, 2000). En el País Vasco, la prevalencia descrita es del 3,5% en zorros (Gerrikagoitia, 2010); o el 8,9% en Guadalajara (Criado-Fornelio, *et al.*, 2000). Un caso aparte es la elevada prevalencia que se desprende de los datos aportados por Fonseca-Salamanca *et al.* (2009) en Castilla y León (*T. britovi*) y La Rioja (33,3% *T. spiralis* y 66,7% *T. britovi*), aunque este estudio estuvo enfocado a la tipificación de las especies del parásito más que a la descripción de la epidemiología de la triquinosis.

Si comparamos nuestros resultados con las restantes publicaciones en España, el hecho que más llama la atención es que en la mayoría de estos trabajos se han aislado tanto *T. britovi* como *T. spiralis*. Los valores de prevalencia en el zorro en Galicia, según nuestros resultados, son de los más bajos de la Península Ibérica, con la excepción de Cataluña que presentó una prevalencia de tan solo 0,3% (López Olvera *et al.*, 2011) analizando un lote de 1.319 ejemplares. En otro estudio centrado en la parte noreste peninsular, en el Valle del Ebro, obtuvieron un valor de 1,2% a partir de 84 zorros analizados (Gortázar *et al.*, 1998). Por último, en el trabajo sobre los helmintos parásitos estudiados en 399 zorros de casi todo el territorio español, Andorra y el Parque Nacional de Málcata (Portugal) no se hace referencia al aislamiento de *Trichinella*, aunque tampoco se aclara que se haya analizado y realmente no se encontrase (Segovia *et al.*, 2004).

Aunque en general, el tamaño muestral es muy limitado y los estudios no abarcan la totalidad del territorio español, de esta escasa revisión bibliográfica disponible hasta el presente podemos observar que las prevalencias más bajas se localizan en los extremos norte de la Península (Cataluña y Galicia), mientras que en la Meseta Norte los valores son superiores.

En un estudio que abarcó varios distritos de Portugal, aislaron larvas de *Trichinella* en el 4,9% de los zorros, con la particularidad de que todos los positivos pertenecían al distrito de Beira Interior (limítrofe con Castilla y León principalmente), mientras que el distrito norteño de Tras-os Montes e Alto Douro (fronterizo con parte de Galicia) solo analizaron un zorro, con resultado negativo (Magalhães *et al.*, 2004).

En nuestro estudio en Galicia todas las larvas aisladas de los zorros pertenecían a *T. britovi*, resultados que concuerda con los de otros estudios previos en los que se indica que *T. britovi* es la especie que más frecuentemente se aísla en zorros de Europa (Pozio y Zarlenga, 2005).

Al igual que ocurre en el jabalí, la ausencia de *T. spiralis* puede ser indicativo de que, en el noroeste peninsular, está más implantado el ciclo selvático que el doméstico, como demuestra también el hecho de que no ha habido casos confirmados de *T. spiralis* en porcino durante muchos años.

En los estudios en los que se ha determinado la especie de *Trichinella* mediante PCR, parece seguir un patrón similar al descrito para el jabalí: en la parte septentrional de la Península se aísla exclusivamente *T. britovi*, como en Castilla y León (Fonseca-Salamanca *et al.*, 2009) o en Cataluña (aunque en varios ejemplares no fue posible determinar la especie), mientras que en la parte central y sur del país aparece *T. spiralis* sola o en infecciones mixtas; es el caso, por ejemplo, de los zorros de

Extremadura y La Rioja, donde predomina *T. britovi* (67%) frente a *T. spiralis* (33%) (Pérez Martín *et al.*, 2000 y Fonseca-Salamanca *et al.*, 2009, respectivamente), en tanto que en un estudio realizado en zorros de Guadalajara todos los aislamientos correspondieron a *T. spiralis* (Criado-Fornelio, *et al.*, 2000).

5.2.5. FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR A LA PREVALENCIA

Grupo de edad. De nuestros resultados se desprende que, en zorros, la mayor prevalencia se obtiene claramente en el grupo de los gerontes (4 positivos, que suponen una prevalencia del 2,27%) frente a los jóvenes (2 positivos; 0,47%) y adultos (3 positivos; 0,50%) de valores muy próximos. Aplicando el análisis estadístico (test asintótico) para muestras grandes, en el caso de la comparación de la prevalencia entre los grupos de edad, para un nivel de confianza del 95% hemos obtenido un valor $P = 0,4664$ entre los grupos joven y adulto, $P = 0,0447$ entre joven y geronte y $P = 0,0289$ entre adulto y geronte. Por tanto, existen diferencias significativas del grupo geronte con los otros dos grupos, mientras que no se aprecian diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de jóvenes y adultos.

Este resultado se obtiene influenciado por las características propias del estudio, de la población de zorros de Galicia y de la especie. En nuestra tesis doctoral se ha trabajado con un gran tamaño muestral de zorros, y se ha diferenciado perfectamente los grupos de edad (pudiendo separar gerontes y adultos). Además, la población vulpina gallega permanece estable a lo largo del tiempo y la presión cinegética permite una pirámide poblacional equilibrada (con un porcentaje de gerontes considerable). Las características biológicas del zorro, que alcanza el desarrollo corporal completo y la madurez sexual antes del año y presenta una esperanza de vida larga (se encuentran gerontes con 8 años y mayores) son razones que pueden permitir que, en este colectivo de animales de más años de edad, se produzca el mayor número de casos positivos a *Trichinella*. Como ya hemos comentado con anterioridad, cuanto más viva un hospedador mayor será la posibilidad de contactar con el parásito, que permanecerá vivo toda la vida del zorro, es decir, presenta un efecto acumulativo.

Otro factor que contribuye es el aprovechamiento de los restos de cadáveres de jabalí, lobo y otras especies susceptibles como carroñero que es, y su hábito de canibalismo, perfectamente documentado con estudios del contenido estomacal de zorros (Pozio & Gradoni, 1981; Rimonti *et al.*, 2005; Pozio, Rinaldi *et al.*, 2009). La alta prevalencia en determinadas zonas se suele manifestar en una mayor carga parasitaria en los zorros de *Trichinella* spp. Y esta presencia de focos de triquinelosis suele estar asociada a zonas en donde este hospedador alcanza grandes densidades de población, lo que, en opinión de algunos autores, ocasiona un incremento del carroñeo y del canibalismo en esta especie de cánido silvestre, de manera que se potencia la principal forma de transmitirse *Trichinella* (Pozio *et al.*, 1996).

En la mayoría de los estudios, la diferencia en relación al grupo de edad y los valores de prevalencia no resultan estadísticamente significativos, posiblemente porque no han diferenciado un grupo de gerontes. Por lo general, como norma, se asume que la prevalencia no varía con la edad ni el sexo en virtud a los resultados de trabajos anteriores (Hurníková y Dubinsky, 2009; Pozio *et al.*, 2009). El estudio realizado por Davidson *et al.* (2006) en zorros en Finlandia, donde ha detallado los datos epidemiológicos de la población estudiada, presenta grandes coincidencias con el nuestro, aunque no ha diferenciado adultos de gerontes. En la población estudiada dicho trabajo predominan los machos pero, sin embargo, la prevalencia es ligeramente superior en las hembras (5,2%) en comparación con los machos (4,6%). El porcentaje de zorros jóvenes (38,7%) es muy similar al nuestro (35,2%) y nos llama la atención que, además, la prevalencia en los adultos (por desgracia no los diferencia de los gerontes) es notablemente superior (5,8%) a la de los jóvenes (3,3%), siendo estadísticamente significativa.

Sexo. En nuestro estudio de tesis doctoral, se han aislado larvas de *Trichinella* en 5 hembras (0,96% de prevalencia) y en 4 machos (0,59%), con la particularidad de que hemos estudiado una población vulpina cazada donde los machos son más abundantes que las hembras. Por lo que se ha aplicado el análisis estadístico (test asintótico) para muestras grandes con un nivel de confianza del 95%, en el caso de la comparación de la prevalencia entre los grupos de machos y hembras mediante el test basado en proporciones asintóticas obtenemos un valor $p = 0,4664$, por lo tanto no existen diferencias significativas entre ambos grupos (sexos).

Una particularidad que hemos observado fue que, a pesar de que el lote de las hembras fue menos numeroso, hubo más positivos confirmados, aunque esta diferencia solo es indicativa de la tendencia pero carece de significación estadística. La época de muestreo se realizó al final del periodo de caza legalmente permitido, que coincide con el incipiente inicio del celo que movilizan más los machos que las hembras. Parece razonable que los machos jóvenes sean los que van a realizar los mayores desplazamientos fuera de su territorio (presionados o expulsados por los machos adultos dominantes), que junto con su menor pericia y experiencia para escapar de una jornada de caza, justifica que en nuestro estudio tengamos más machos jóvenes que hembras jóvenes, que con el tiempo dará lugar a que mayor número de hembras sobrevivan.

En todos los estudios con un tamaño muestral adecuado, se han encontrado valores muy similares de prevalencia para machos y hembras, y en ningún caso estas diferencias tienen significación estadística, tal como ocurre en nuestra tesis doctoral. Los resultados de los países que se consideran endémicos, con un número elevado de animales positivos, normalmente no se observan diferencias significativas entre sexos, mientras que en zonas con baja prevalencia, al describirse pocos positivos, es más fácil que sí se aprecien variaciones. Algunos autores obtuvieron valores de prevalencia ligeramente superiores en hembras (5,2%) que en machos (4,6%), al igual que nosotros, pero esta diferencia careció de significación estadística, y, además, el tamaño muestral fue pequeño (310 zorros) (Davidson *et al.*, 2006). En general, en aquellos estudios que contemplan estos factores, las diferencias que existen en la prevalencia o carga parasitaria entre machos y hembras no resulta significativa (Hurníková y Dubinsky, 2009).

Uno de los estudios en los que se analizan con mayor detalle los factores de riesgo asociados a la presencia de *Trichinella* spp. en zorros, es el realizado en Suecia por Roneus y Christensson (1979), donde se indica que la prevalencia fue mayor en zorros adultos (40%) que jóvenes (11%), mientras que no encontraron diferencias entre machos y hembras.

En el trabajo de López-Olvera (2011) se analizaron entre 1998 y 2007 un total de 1.319 zorros de Cataluña, mostrando una prevalencia muy baja (0,3%), detectando dos machos y dos hembras positivos a *Trichinella* spp.; sin embargo no dispusieron de los datos de la edad de los animales. Un resultado interesante de este trabajo fue que encontraron que las zonas de zorros positivos coincidieron con brotes de la enfermedad en humanos por consumo de embutidos curados de jabalí.

Distribución geográfica. Si atendemos a la prevalencia en relación a la provincia estudiada, en un análisis sencillo, llama la atención que Ourense, que es la provincia que menos zorros ha aportado (67 ejemplares, que suponen el 5,6% de la población vulpina muestreada), sin embargo es en la que se han registrado 2 de los 9 casos de zorros positivos a *Trichinella* spp., lo que supone una prevalencia del 2,985%; contrasta con los resultados obtenidos en las otras 3 provincias, donde la prevalencia no ha superado en ninguna de ellas el 0,8%). Aplicando el análisis estadístico (test asintótico) para muestras grandes con un nivel de confianza del 95%, en el caso de la comparación de la prevalencia entre las cuatro provincias obtenemos un valor de $P = 0,0749$ entre los grupos de Ourense y Lugo; $P = 0,0460$ entre Ourense y Pontevedra; $P = 0,0872$ entre Ourense y Coruña; $P = 0,5254$ entre Lugo

y Pontevedra; $P = 0,1712$ entre Lugo y A Coruña y $P = 0,8692$ entre A Coruña y Pontevedra. Por lo tanto, solo existen diferencias estadísticamente significativas entre Ourense y Pontevedra ($P = 0.0460$) e indicios de significación entre Ourense y las provincias de Lugo y A Coruña ($P = 0,0749$ y $P = 0,0872$) respectivamente.

La mayor prevalencia de *Trichinella* spp. en los zorros de la provincia de Ourense respecto a los procedentes de las restantes provincias gallegas está en total consonancia con el resultado de los casos positivos en jabalíes, donde sólo se han detectado casos positivos en Ourense. En los tres jabalíes positivos detectados en nuestro estudio se aisló *T. britovi* pero, como hemos indicado, no fue posible tipificar las larvas de *Trichinella* aisladas de los dos zorros positivos de Ourense. En cualquier caso, de nuestros resultados podemos deducir que Ourense presenta una mayor prevalencia de animales positivos a *Trichinella*, lo que nos induce a pensar que esta provincia cuenta con unas características ambientales y orográficas que propician la presencia de focos de triquinosis selvática, tal y como ha sido propuesto en otras regiones de Europa (Rossi *et al.* 1992).

Población humana. En los pocos estudios que incluyeron el análisis de zorros procedentes de zonas muy humanizadas (alta densidad de población) como las periurbanas, la prevalencia en estos ejemplares siempre fue inferior que los zorros de zonas más despobladas (Enemark *et al.*, 2000; Davidson *et al.*, 2006; Hurníková y Dubinsky, 2009a). Aunque estos autores no lo justifican, posiblemente esté relacionado con la abundancia de fuentes tróficas como los restos de comida y basuras, con los que el carroñeo quizá sea menos frecuente en zonas periurbanas. Aunque no se ha incluido en los resultados de esta tesis doctoral, en aquellas competiciones cinegéticas donde hemos podido establecer el ámbito, nuestros datos apuntan en este mismo sentido, con una tendencia a que la prevalencia sea menor entre los zorros de las zonas periurbanas (en nuestro caso ningún ejemplar positivo) respecto a los de ámbito agroganadero o monte.

Época del año. El trabajo más completo que estudió la relación entre la época del año de más de los 5.000 zorros cazados en primavera-verano (mayo a julio) e invierno (diciembre y enero) concluyó que no había diferencias significativas en cuanto a la estación del año y la prevalencia, pero sí encontraron diferencias significativas entre las carga parasitaria de los zorros capturados en primavera (más elevada) que en invierno (Hurníková y Dubinsky, 2009). En nuestro estudio no hemos podido abarcar esta variable porque la época de caza se restringe a los meses de invierno.

5.3. LOBO

5.3.1. POBLACIÓN ESTIMADA, TAMAÑO MUESTREO Y ORIGEN DE LOS ANIMALES

POBLACIÓN ESTIMADA DE LOBO EN GALICIA. El último censo de lobo oficialmente realizado está recogido en el Decreto 297/2008, de 30 de diciembre de 2008, por el que se aprueba el Plan de gestión del lobo en Galicia (publicado en el Diario Oficial de Galicia nº 13, del 20 de enero de 2009), con la finalidad de proteger este carnívoro silvestre emblemático y atender las reclamaciones por daños a las distintas especies de la cabaña ganadera (bovino, equino, ovino y caprino). Sin embargo, no se hace un seguimiento directo de las poblaciones que permita mantener actualizado este censo lobuno. En este plan se detalla que Galicia cuenta con unas 68 manadas estables de lobo, lo que supondría unos 420 a 625 ejemplares, distribuidos por las 4 provincias gallegas tal como se puede observar en la figura 25.

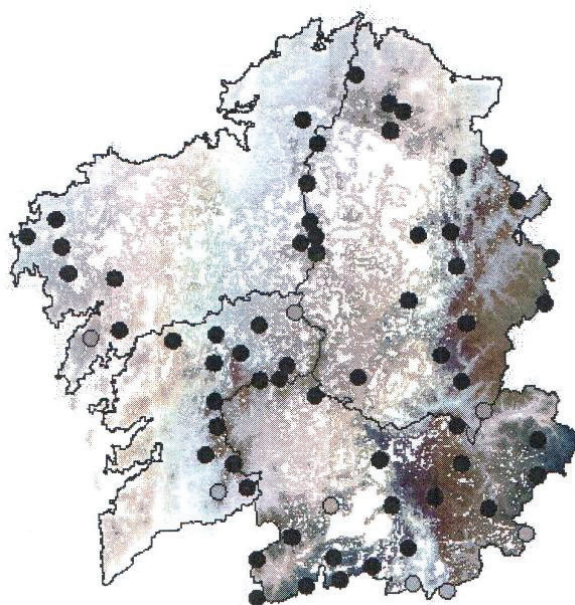


Figura 25. Estimación de la distribución de las manadas de lobo en Galicia.

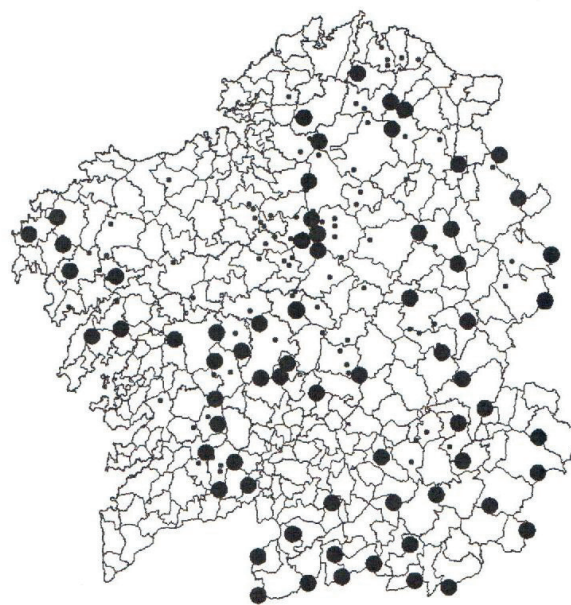


Figura 26. Distribución de los daños provocados por el lobo en ganado bovino de Galicia.

Fuente: Decreto 297/2008, de 30 de diciembre de 2008, por el que se aprueba el Plan de Gestión del Lobo en Galicia, publicado en el DOG número 13, del 20 de enero de 2009

TAMAÑO DEL MUESTREO DEL LOBO Y REPRESENTATIVIDAD. El lobo fue el cánido silvestre que aportó el menor número de los animales analizados, con un 7,7% de las muestras de este grupo, pero este valor está proporcionalmente en consonancia con el tamaño de la población de lobo estimada en Galicia durante el periodo estudiado. Según los parámetros fijados (y descritos en el capítulo de material y métodos) habíamos determinado que era necesario muestrear, como mínimo, 102 lobos para que los resultados del estudio fuesen representativos de la situación epidemiológica que *Trichinella* spp. presenta en el noroeste de la Península Ibérica. Este objetivo ha sido cumplido en nuestro estudio, puesto que el número total de lobos analizados ha sido de 100 ejemplares, a pesar de la gran dificultad que hay para disponer de muestras de esta especie silvestre

En la Tabla 28 se desglosa el número de lobos muestreados en cada provincia, así como la prevalencia de *Trichinella* spp. en cada una de ellas. En la distribución territorial del muestreo llevado a cabo predomina el número de ejemplares procedentes de las provincias septentrionales y un número reducido de la provincia de Ourense.

Tabla 28. Número de lobos muestreados en cada provincia gallega, así como valores de prevalencia de *Trichinella* spp. obtenidos en cada una de ellas y, de forma global, en Galicia.

		Lobos muestreados	% sobre el total	Nº positivos	Prevalencia (%)
PROVINCIA	A Coruña	35	35	1	2,857
	Lugo	42	42	1	2,381
	Ourense	3	3	0	0
	Pontevedra	20	20	1	5
Total		100	100	3	3

En el muestreo realizado predomina el número de ejemplares procedentes de las provincias de Lugo y A Coruña, una menor cantidad de Pontevedra y un número muy escaso de la provincia de Ourense. En los estudios sobre los censos de manadas realizados por el grupo de trabajo de Luis Llana para la Xunta de Galicia, se sugiere que la mayor densidad de lobos se registra en la provincia de Pontevedra (2,97-4,38 individuos/km²), seguida de Ourense, Lugo y A Coruña respectivamente (Decreto 297/2008, publicado en DOG nº 13, del 20 de enero de 2009). Sin embargo, la obtención de muestras para esta tesis doctoral fue muy superior en la provincia de Lugo. Una posible explicación a esta paradoja es que en Lugo hay una cantidad considerable de lobos repartida en una gran superficie (puesto que es la mayor provincia de Galicia), y aunque la densidad sea menor que en otras provincias la población total es mayor. A modo de ejemplo ilustrativo, en el ayuntamiento de Lugo y a escasos 10 km de la capital lucense se han recogido lobos atropellados, incluidos en esta tesis doctoral. La escasez de muestreo en Ourense se debe más a la particular idiosincrasia de su administración y a las trabas burocráticas relacionadas con el funcionamiento de la administración que a la escasez de población lobuna, tal como reflejan los datos de campo.



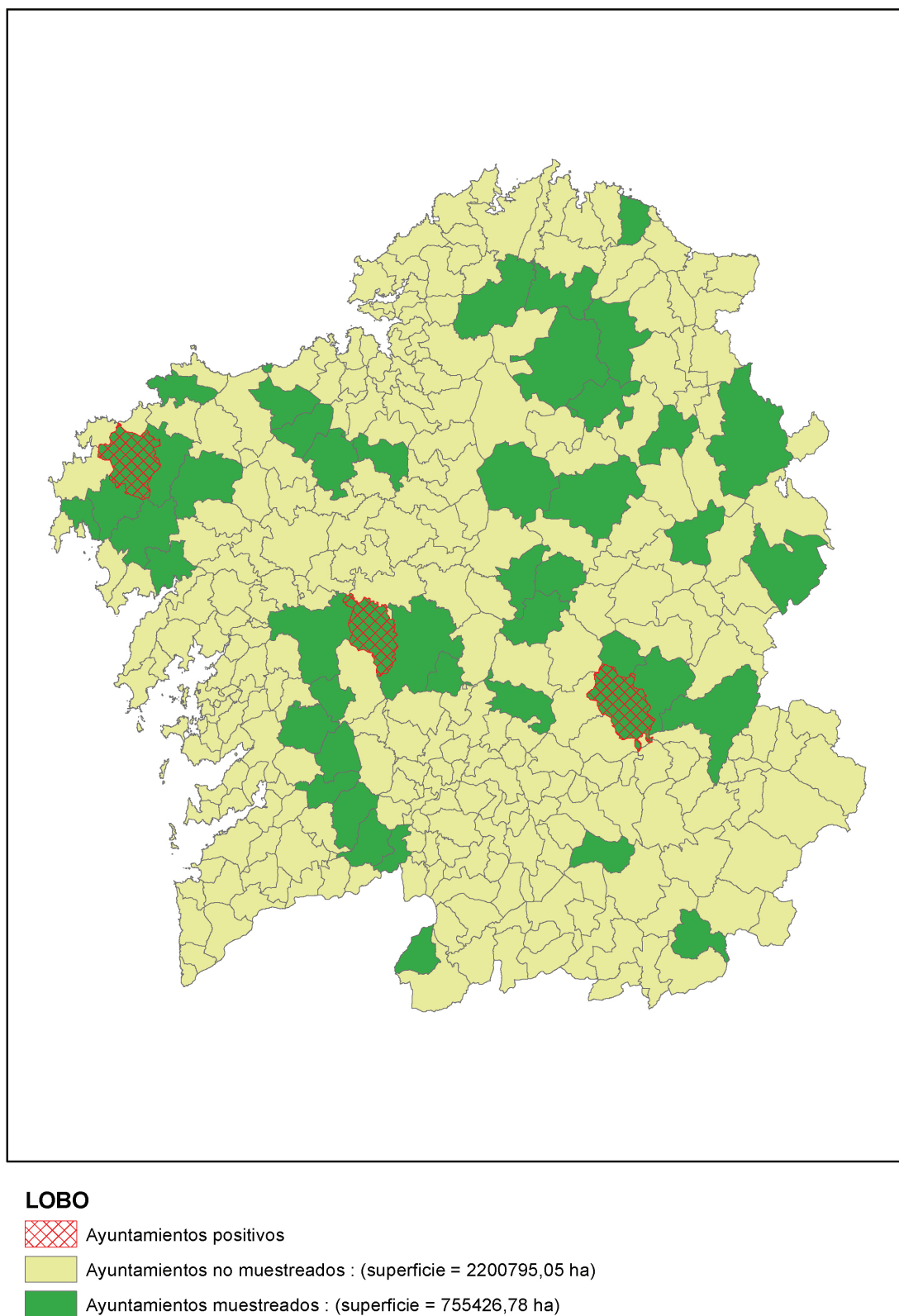


Figura 27. Mapa de Galicia en el que se indican los ayuntamientos donde se obtuvieron los lobos analizados, así como los ayuntamientos en los que se detectaron ejemplares parasitados por *Trichinella* spp.

La distribución geográfica del muestreo se corresponde, en líneas generales, con la estimación de abundancia de manadas de lobos en las provincias gallegas en los últimos años, especialmente en las provincias de A Coruña, Lugo y Pontevedra, quedando más escaso en algunas comarcas orensanas. Si comparamos la figura 24 de la distribución del lobo y de la localización de las manadas documentadas oficialmente en Galicia con el mapa de muestreo que hemos realizado en el presente estudio (figura 27) se observa claramente la coincidencia de nuestro muestreo por ayuntamientos y la distribución de las manadas.

En España se han publicado muy pocos trabajos que indiquen de forma detallada las características del colectivo de lobos que se incluyeron en dichos estudios, en lo referente al sexo, categoría de edad o área de procedencia concreta, con la excepción del estudio realizado por Segovia *et al.* (2001) que incluyó el análisis de 47 lobos del noroeste español: 12 ejemplares procedentes de Galicia, 29 de Asturias, 2 de Zamora y 3 de Valladolid. Resulta interesante que, al igual que en nuestro trabajo, la provincia que aportó mayor número de animales fue Lugo seguida de A Coruña; y del mismo modo, todos los ejemplares procedieron de los centros de recuperación. También compartimos el lugar de muestreo en 3 ayuntamientos: Fonsagrada, Pol y Zas. En este estudio la proporción de hembras (7/12) fue mayor que la de machos (5/12) mientras que el porcentaje de lobos adultos muestreados (83,3%) fue muy superior al de inmaduros (17%). En ningún caso las diferencias resultaron estadísticamente significativas.

ORIGEN DE LOS ANIMALES. A diferencia de las especies anteriores (jabalí y zorro), con aprovechamiento cinegético intenso en prácticamente todo el territorio galaico, los ejemplares de lobo procedieron de accidentes de tráfico, traumatismos, caza ilegal o animales enfermos que ingresaron vivos o muertos en los 4 centros de recuperación de Galicia. Por lo tanto, el muestreo no se pudo planificar de ninguna manera, teniendo que ajustarse a las localizaciones, fechas y circunstancias dadas (entre ellos, permisos administrativos). El número de ejemplares disponibles anualmente es relativamente bajo (una media de 10 lobos), por lo que suele ser necesario muestrear durante varios años, como en nuestro caso y la mayor parte de los trabajos publicados.

En aquellos países, donde el lobo es una especie que se caza sin las restricciones de Galicia, las posibilidades de muestreo se incrementan enormemente, pudiendo acortar el periodo de estudio, como ocurrió en un trabajo sobre la prevalencia de *Trichinella* spp. realizado en la parte europea de Rusia (Pozio, Casulli *et al.*, 2001) donde analizaron 82 lobos cazados en 2 temporadas de caza. En general son pocos los estudios publicados con más de un centenar de lobos. De hecho, el estudio realizado con el mayor número de lobos en Europa incluyó un total de 116 animales procedentes de 3 países de los Balcanes (Serbia, Macedonia y Bosnia-Herzegovina), muestreando lobos que fueron cazados durante 8 años (2006-2013) (Teodorović *et al.*, 2014). Ligeramente por encima de la centena, exactamente 102 lobos, se encuentra un reciente trabajo en el que fueron analizados, junto con otros carnívoros silvestres en Finlandia durante un periodo de 7 años, siendo en este país nórdico una especie cinegética (Airas *et al.*, 2010); o los 100 lobos en Serbia (Zivijinovic *et al.*, 2013). Algunos trabajos cuentan con un número inferior a la centena pero también considerable, como el estudio realizado con 82 lobos abatidos en cacerías de Rusia entre 1998 y 2000 (Pozio, Casulli *et al.*, 2001), donde se obtuvo la mayor prevalencia mundial de *Trichinella* spp. en este carnívoro silvestre; o los 80 ejemplares procedentes de Eslovaquia entre 2005 y 2006 (Hurnikova *et al.*, 2007). Salvo estas excepciones, la mayoría de los estudios, que suelen incluir además del lobo otras especies de mamíferos carnívoros (como zorro, lince, perro mapache, mustélidos, etc.), no pasan de la treintena de ejemplares.

5.3.2. MÚSCULOS MUESTREADOS Y PESO DE LA MUESTRA

Para nuestro estudio hemos analizado, como mínimo, muestras de 20 g procedentes de los músculos de las extremidades torácicas, diafragma y maseteros, en diferentes combinaciones, como se puede ver en la Figura 28. Se puede comprobar que el 78% de las muestras de lobo estaban constituidas por musculatura de la extremidad torácica y del diafragma, y cuando no fue posible se recurrió a una mezcla de diafragma y maseteros (18% de las muestras). La ICT (Gamble *et al.*, 2000), para muestrear carnívoros silvestres, recomiendan tomar 10 gramos de los “músculos de las patas”, preferiblemente los del antebrazo, basados en la evidencias de la mayor concentración de larvas en infecciones experimentales y naturales estudiadas por Kapel *et al.* (1994) en zorros procedentes de granjas de peletería. Sin embargo, estos estudios pormenorizados no se han podido realizar en lobos, por lo que se ha extrapolado del carnívoro silvestre más cercano y estudiado, el zorro.

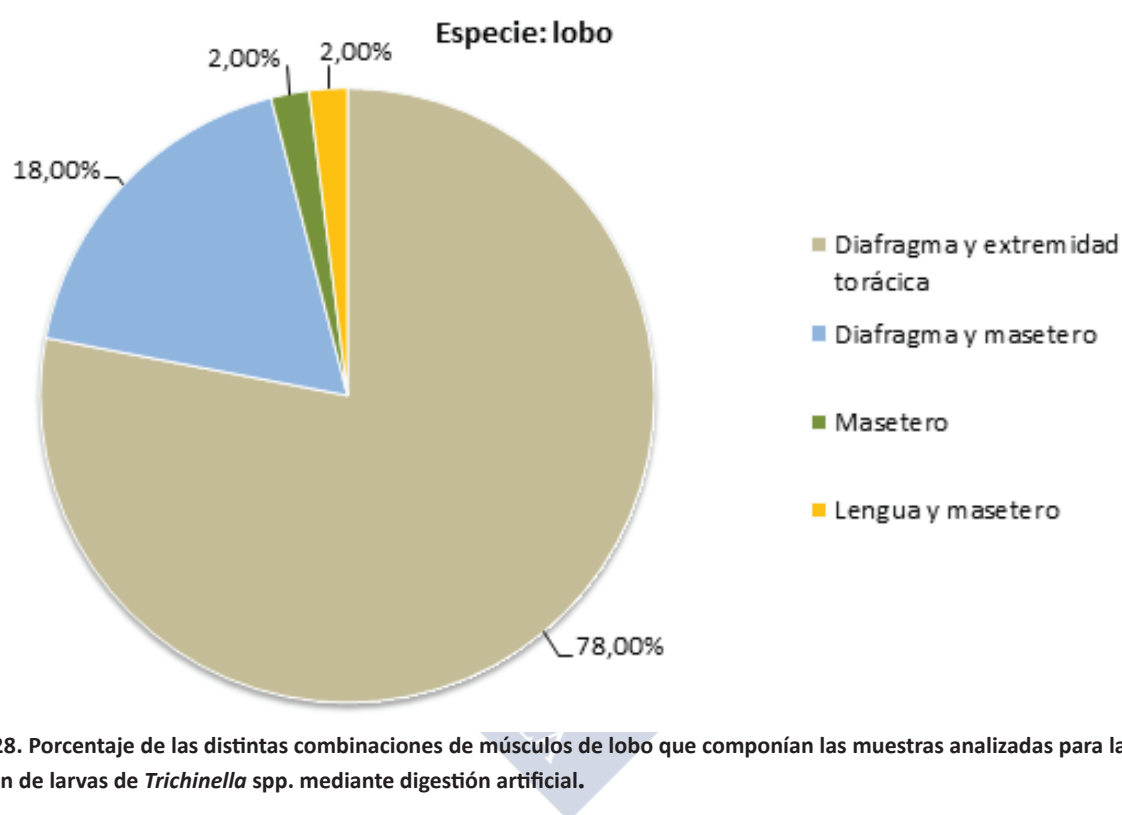


Figura 28. Porcentaje de las distintas combinaciones de músculos de lobo que componían las muestras analizadas para la detección de larvas de *Trichinella* spp. mediante digestión artificial.

Si consultamos la bibliografía publicada hasta el presente, comprobamos que la mayoría de los autores recogen muestras de los músculos del diafragma, masetero y/o extremidades (Airas *et al.*, 2010) en cantidades variables entre 10 y 50 g. En concreto, Teodorović *et al.* (2014) tomaron 50 g únicamente de la musculatura de la base de la lengua porque en la mayoría de los lobos solo estaba disponible la cabeza (trofeo), a pesar de lo cual la prevalencia descrita fue muy alta (46,5%), aislando una media de 11 larvas/g de *T. britovi*. En el estudio realizado por Bragade *et al.* (2009) también se emplearon 50 g de los músculos diafragmáticos, obteniendo una prevalencia muy elevada (69,7%) en Letonia, que está considerada como una zona endémica. Y, en Croacia, recientemente se realizó un estudio en el que Beck R, Beck A, Kusak *et al.* (2009) tomaron una muestra de 10 g de los músculos tibial craneal y de los pilares diafragma, encontrando una prevalencia elevada (31%) propia de una zona endémica como es Croacia, con una media de 7,6 LPG.

5.3.3. SEXO Y EDAD DE LOS LOBOS MUESTREADOS

En la tabla 29 se indica la prevalencia que hemos hallado en los 100 lobos analizados, detallada en función del sexo y categoría de edad. Además, se indican las especies de *Trichinella* que fueron detectadas mediante la técnica de multiplex-PCR.

Tabla 29. Prevalencia de *Trichinella* spp. en los lobos de Galicia analizados, en función del sexo y grupo de edad de los ejemplares.

		n	% lobos	Positivos	Prevalencia (%)
SEXO	Hembra	50	50	2	4
	Macho	50	50	1	2
EDAD	Jóvenes	43	43	0	0
	Adulto	57	57	3	5,263
Total		100	100	3	3

En nuestro lote de los lobos examinados, el número de machos y hembras fue exactamente el mismo (50% de cada uno). En los pocos trabajos consultados en los que se indica el sexo de los lobos analizados, que especifican este parámetro, suelen predominar los machos, como en el artículo de Teodorović *et al.* (2014), posiblemente influenciado porque fueron abatidos por el trofeo cinegético (cabeza y piel). Sin embargo, Bagrade *et al.* (2009) trabajaron con un lote de lobos obtenidos de actividades cinegéticas desarrolladas en Letonia, donde la cantidad de hembras analizada fue más del doble que los machos (24 vs 10 ejemplares).

La edad de los lobos estudiados es otro de los datos que no suele ser incluido en la información aportada en la bibliografía consultada. En nuestro caso, al haber realizado la necropsia y toma de muestras los miembros del equipo de investigación, la estimación de la edad de los lobos pudo realizarse siguiendo en todos los ejemplares los mismos criterios y, por tanto, con bastante precisión. Para establecer la categoría de edad, se siguieron las recomendaciones establecidas por Gipson *et al.* (2000) referentes a la erupción de los dientes y el patrón de desgaste dentario, lo que permite diferenciar sin confusión los individuos de menos de 2,5 años de edad (pertenecientes a la categoría de jóvenes en nuestro estudio). Aunque se analizó un mayor número de adultos que jóvenes, esta diferencia no resultó estadísticamente significativa. Para facilitar el estudio estadístico, dentro del grupo de los jóvenes hemos incluido los cachorros mayores de 3 meses por contar ya con alimentación a base de presas (incluyendo ratas y ratones que les resultan más asequibles a sus habilidades predatorias y jerarquía en la manada), carroña o la carne regurgitada por los adultos para complementar su alimentación láctea. En el grupo de edad de los adultos se han incluido un reducido número de lobos gerontes.

En zonas endémicas como Croacia, se realizó un estudio en el que se comprobó que la prevalencia de *Trichinella* spp. era muy elevada (31%); además, lo llamativo es que encontraron un lobo parasitado con solo 6 meses de edad, atribuido a que la organización social de esta especie obliga a los jóvenes a tener que recurrir a las peores fuentes de alimentación, como restos de alimentación (basura) y roedores (Beck R, Beck A, Kusak *et al.*, 2009). Otro trabajo realizado en Letonia, que también es un país de alta prevalencia de triquinosis en el lobo (69,7%), incluyó el análisis de cachorros desde los 4 meses hasta adultos de 7 años de edad (Bagrade *et al.*, 2009), con un claro predominio de los lobos adultos (62%) frente a los jóvenes (38%).

5.3.4. PREVALENCIA, ESPECIES DE *Trichinella* spp. AISLADAS Y CARGA PARASITARIA

En la Tabla 30 aparecen reflejados los datos de cada uno de los tres ejemplares de lobo en los que se aislaron larvas de *Trichinella* spp., así como la especie aislada y la carga parasitaria.

Tabla 30. Carga parasitaria encontrada en los tres lobos que resultaron positivos a *Trichinella* spp. (LPG= larvas por gramo).

Hospedador	Año	Provincia	Sexo	Edad	Especie aislada	Nº larvas
Lobo	2008	Pontevedra	M	A	<i>T. britovi</i> + <i>T. spiralis</i>	5
Lobo	2009	Lugo	H	A	<i>T. britovi</i>	5
Lobo	2009	A Coruña	H	A	<i>T. spiralis</i>	2
H: hembra; M: macho; A: adulto						

En nuestro estudio la prevalencia de *Trichinella* en lobo, con un valor del 3%, fue la más elevada de todas las especies silvestres estudiadas; aun así, la prevalencia se puede considerar moderada si la comparamos con otros estudios realizados en lobos de Europa. Además fue el único carnívoro silvestre de nuestro estudio donde se han aislado las dos especies de *Trichinella* (*T. britovi* y *T. spiralis*) más habituales de la Península Ibérica y, por lo que se comprueba, presentes en Galicia. El lobo ya aparece en los listado de especies silvestres hospedadoras en las que se ha aislado *T. spiralis* y *T. britovi* recopilado en el *Índice-Catálogo de Zooparásitos Ibéricos* (Cordero del Campillo, 1994). Sin embargo, que tengamos conocimiento, nuestro estudio es el primero que demuestra la infección mixta en un mismo lobo de la Península Ibérica.

Las coinfecciones sugieren que los animales de vida libre están repetidamente expuestos a la infección, sufriendo reinfecciones, debido a que los animales inmunocompetentes pueden sufrir reinfecciones con especies diferentes de *Trichinella* (Kolod-ziej-Sobocinska *et al.*, 2007). Distintos autores han sugerido que las infecciones mixtas de *Trichinella* suelen ser detectadas cuando se ha examinado un gran número de animales de una región en la que conviven dos o más especies (Pozio, 2000; Oivanen *et al.*, 2002). Por esta razón, en nuestro estudio suponíamos que, de aparecer infecciones mixtas, éstas se detectarían en zorros, puesto que el número de estos animales ha sido muy superior al de los lobos examinados. No obstante, el hecho de que el lobo esté situado en lo alto de la cadena trófica, lo convierte en un hospedador ideal para acumular larvas de *Trichinella* spp. (Beck R, Beck A, Kusak *et al.*, 2009). Por ello, a pesar de haber analizado menos lobos, hemos podido detectar un caso de coinfección en esta especie. En este sentido, Pozio (1998) indica que el zorro es el principal reservorio silvestre de *Trichinella* spp. en Europa, siendo la especie indicadora recomendada para estudiar la presencia del parásito en su ciclo selvático y periurbano. En el caso del lobo, este mismo autor indica que, a pesar de que en el caso del lobo se trata de un hospedador apropiado, su baja densidad lo hace inadecuado como especie indicadora y, además, hace que su papel epidemiológico sea secundario en el mantenimiento del ciclo del parásito. Sin embargo, en nuestra opinión, nuestros resultados indican que, a pesar de que el lobo es menos abundante que el zorro, su mayor capacidad depredadora lo convierten en un superpredador que quizá tenga un papel más destacado que el zorro como mantenedor de la biomasa de *Trichinella* spp. en el medio natural. Prueba de ello es que, como decimos, el único caso de parasitación mixta se ha dado en un lobo, y no en los zorros muestreados.

El aislamiento de *T. britovi* en Lugo, es indicativo de que se trata del típico ciclo selvático de

Trichinella, ya que Fonsagrada es un ayuntamiento muy extenso, de los más montañosos de la provincia lucense, con una baja densidad humana, relativamente cercano a la Reserva Natural de Ancares y que cuenta con una gran riqueza faunística y cinegética (corzo, jabalí, zorro, etc.). Desde siempre se ha constatado la presencia de lobo, se ha cazado (hasta su protección) y actualmente se mantienen manadas estables. Por tanto, en esta zona es comprensible que se mantenga el ciclo selvático de *T. britovi*.

El ejemplar positivo a *T. spiralis* de la provincia de A Coruña, en cambio, se localizó en Vimianzo, que es una zona de menor desarrollo económico, con pequeñas explotaciones ganaderas cuya producción es para el autoconsumo y casi subsistencia, habiendo ganado de monte (equino y vacuno) que ha contribuido a perpetuar la presencia continuada de manadas de lobos. El caso de lobo positivo, con infección mixta de *T. spiralis* y *T. britovi* en Pontevedra se aisló en el ayuntamiento de Silleda, de gran riqueza ganadera y agrícola, y una de las comarcas de mayor densidad de explotaciones porcinas de Galicia desde hace muchos años. Sin poder realizar ninguna afirmación concluyente, al menos podemos decir que la localización geográfica de los aislamientos en lobo encajan con el perfil epidemiológico que caracteriza al ciclo selvático y al ciclo sinantrópico (Beck R, Beck A, Kusak *et al.*, 2009). En concreto, la especie autóctona y propia del ciclo selvático, *T. britovi*, se localiza en el territorio más “agreste” y menos humanizado, mientras que *T. spiralis* se mantiene en zonas más pobladas, humanizadas y con explotaciones de porcino, ya sean de producción intensiva o de tipo familiar.

Son varios los autores que indican que, para que se instaure el ciclo de *T. spiralis* en un entorno natural donde predominan las especies silvestres, es necesario que exista una fuente sinantrópica, y que casi siempre se origina en la presencia de cerdos domésticos en dicho entorno selvático (Beck R, Beck A, Kusak *et al.*, 2009); sin embargo, no es necesario que se mantenga en el tiempo la presencia del hospedador doméstico para que dicho ciclo se perpetúe. Esto ha quedado corroborado en un estudio recientemente realizado en Finlandia, donde se aisló *T. spiralis* en zorros de Laponia donde nunca existieron explotaciones porcinas, indicando con ello que *T. spiralis* puede existir perfectamente en el ciclo selvático sin fuentes externas procedentes de fauna sinantrópica ni ganado porcino (Airas *et al.*, 2010), como puede también haber ocurrido en el caso del lobo de nuestro estudio que resultó positivo a ambas especies de *Trichinella*.

Desde que se aisló en 1976 por primera vez *T. britovi* en un lobo de Galicia (Martínez *et al.*, 2005), se tiene constancia de que en la fauna silvestre circulan dos especies diferentes, morfológicamente indistinguibles y aisladas reproductivamente: *T. britovi*, la especie autóctona, y *T. spiralis*, que fue introducida probablemente en Europa desde Asia durante la Edad Media. La ausencia en Galicia de aislamientos en porcino y brotes en humanos desde hace décadas parece contrastar con los aislamientos de *T. spiralis*, sola o en una infección mixta, en dos de los lobos y la ausencia de esta especie en el jabalí. La explicación más plausible es que *T. spiralis*, hace años, procedente de cerdos domésticos, se ha transmitido a la fauna silvestre a través de especies sinantrópicas (ratas, perro, gato, etc.), el consumo de cadáveres no enterrados de las explotaciones, restos de comida y basura no tratada, lo que posiblemente sirvió de fuente de infección para carnívoros u omnívoros silvestres (zorro y jabalí principalmente y, lobo en menor medida). Posiblemente la tendencia natural es que la biomasa de *T. spiralis* en Galicia desaparezca paulatinamente con el paso del tiempo, pero en la actualidad todavía se mantiene de forma residual en el lobo por sus hábitos tróficos, su longevidad y su posición dominante en la cadena trófica. Es evidente que es preciso seguir monitorizando la fauna silvestre para obtener datos con que sustentar esta hipótesis.

Posiblemente no sea una casualidad que los ayuntamientos donde se han encontrado los 3 lobos positivos a *Trichinella* presentasen alta densidad de población (>2,29 lobos/100 km²), según las estimaciones publicadas en el *Plan de gestión del lobo* de la Consellería de Medio Ambiente e

Desenvolvemento Sostible de la Xunta de Galicia (Decreto 297/2008, publicado en DOG nº 13, del 20 de enero de 2009). De nuevo esta tendencia carece de significación estadística dado que se trata solo de 3 aislamientos, y serían necesarios muchos más para poder establecer una correlación fuerte.

La prevalencia de *Trichinella* spp. en el lobo varía enormemente según se trate de zonas endémicas o no. Los mayores valores de prevalencia para esta infección se han registrado en Rusia, con un sorprendente 97,5% de los ejemplares cazados parasitados (en este caso la especie aislada fue de *Trichinella nativa*) (Pozio, Casulli *et al.*, 2001); el 69,7% en Letonia (Bragade *et al.*, 2009); el 31% en Croacia (Beck R, Beck A, Kusak *et al.*, 2009) y Rumanía (Blaga *et al.*, 2009); o el 18,7% de Eslovaquia (Hurnikova *et al.*, 2007), por citar algunos de los estudios en los que se han descrito las prevalencias más altas de Europa. Para mayor detalle, ver la Tabla 8 del apartado de “Revisión bibliográfica”, donde se aprecian estos porcentajes tan dispares.

Por su especial interés para comparar nuestros resultados, nos centraremos en los escasos estudios de prevalencia en España y Portugal. A pesar de que oficialmente en nuestro país *T. britovi* se aisló por primera vez en 1976 en un lobo de Galicia (capturado en el ayuntamiento de Curtis, A Coruña) (Martínez *et al.*, 2005), se han realizado muy pocas investigaciones epidemiológicas en esta especie de la Península Ibérica, motivado, entre otras causas, por la escasez de ejemplares disponibles para su estudio o la ausencia de población en gran parte del territorio peninsular.

En el trabajo más completo que se ha realizado sobre *Trichinella* en lobos de España, Segovia *et al.* (2001) estudiaron los helmintos en 47 lobos, que procedían de Galicia (n = 12), Asturias (n = 29) y Castilla y León (Valladolid y Zamora, n = 6). Obtuvieron una prevalencia media de 12,8%, pero resulta llamativo que en Galicia no se encontró ningún lobo positivo a la parasitación, si bien es cierto que el número de ejemplares fue bastante limitado. De los 6 lobos en los que se aislaron larvas, cinco correspondían a Asturias y uno a Castilla y León. Solo en un lobo se pudo identificar las larvas como *T. britovi*, mientras que en los restantes no fue posible determinar la especie debido al daño atribuido al largo periodo de congelación. En todos los casos se realizó digestión a partir de músculo del diafragma. Aunque la población estudiada fue reducida, Segovia *et al.* (2001) no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prevalencia de *Trichinella* entre los distintos grupos de edad, sexo, origen o momento de la muerte (año y estación). En este mismo estudio se indica que en Asturias la prevalencia es mayor en los ejemplares adultos (19%) que en los jóvenes (12,5%). También se observó una mayor prevalencia en las hembras asturianas (18,8%) frente a los machos (15,4%).

En un trabajo posterior, Fonseca-Salamanca *et al.* (2009) realizaron un estudio comparativo de la prevalencia de las especies de *Trichinella* en Castilla y León (en el periodo comprendido entre 1995-2005) y La Rioja (2001-2003) en distintos hospedadores silvestres y cerdo doméstico, en donde se describe el aislamiento de larvas en 4 lobos de Castilla y León. Predominó claramente el aislamiento de larvas de *T. britovi* (75% de los casos) frente a *T. spiralis* (25%). Para finalizar, en el trabajo de tesis doctoral de Gerrikagoitia (2010), en el País Vasco se realizó la necropsia a 3 lobos (2 abatidos en acciones cinegéticas), y el posterior estudio de *Trichinella*, con resultado negativo.

Por lo que respecta a los estudios realizados en Portugal, solo se ha registrado un aislamiento de larvas de *Trichinella* (sin determinar la especie) en un lobo en 1974 (Lopes *et al.*, 2015).

La presencia de infecciones mixtas están descritas en numerosos trabajos, sugiriendo que la fauna silvestre está expuesta a repetidas infecciones, y que los animales pueden sufrir reinfecciones con distintas especies de *Trichinella* (Hurniková y Dubinsky, 2009). Como ya hemos indicado, en el presente estudio se ha detectado *T. spiralis* solo en dos lobos, uno de ellos con infección mixta con *T. britovi*, lo que es indicativo de que, en algún momento, ha habido un contacto entre animales de entornos

sinantrópicos y especies carnívoras silvestres. Queda demostrado, además, que el lobo desempeña un papel epidemiológico en el mantenimiento y dispersión de las dos especies de *Trichinella* descritas en la Península Ibérica. Por ello, este hospedador debe ser tenido en cuenta como un posible nexo de unión entre el ciclo selvático y el sinantrópico que presenta el parásito en el noroeste de la Península Ibérica.

En aquellos estudios epidemiológicos que incluyen zorros y lobos, aunque el número de zorros analizados siempre es muy superior al de lobos, suelen encontrar prevalencias de *Trichinella* spp. mayores en el lobo que en el zorro. Así, Zivojinovic *et al.* (2013) encuentran que los tres lobos que analizaron estaban parasitados por el nematodo, lo que es un indicio de que la prevalencia de *Trichinella* spp. en la población de lobos debe de ser muy elevada, en tanto que en los zorros la prevalencia fue del 12,3%. En distintos estudios retrospectivos de Eslovaquia, la prevalencia en el lobo siempre es claramente superior a la del zorro, dependiendo de la zona y periodo de estudio: 33,3% vs 27% o 20% vs 5,5% (Hurníková *et al.*, 2007); en Suecia, en un 14,3% de los lobos se aislaron larvas frente a un 4,5% en los zorros (Pozio *et al.*, 2004); y en Rusia la prevalencia en lobo (97%) fue el doble que en zorro (48,3%) (Pozio, Casulli *et al.*, 2001).

La suma de varios factores puede explicar que la prevalencia de la triquinosis en Galicia sea mayor en el lobo que en el zorro. Una de las razones es que el lobo se encuentra en la cúspide de la cadena trófica (Pozio, 2001a), ya que en Galicia la presencia de osos es esporádica. Además, como ya hemos indicado con anterioridad, el lobo se considera una especie más longeva que el zorro, siendo la vida media de ambas especies de 20 y 15 años, respectivamente (Torres *et al.*, 2006), lo que contribuye a que el lobo tenga más tiempo de vida que el zorro para ingerir más presas y carroña parasitadas por larvas de *Trichinella* spp. Esta mayor prevalencia de triquinosis en lobo puede estar sustentada por el hecho de que las manadas de lobo son capaces de cazar la abundante población de jabalíes, constituyendo este ungulado una parte importante de su dieta durante todo el año, incrementando la posibilidad de ingestión de las larvas de *Trichinella* presentes en su carne. Que el lobo, como superpredador, sea capaz de matar jabalíes implica que la manada podrá consumir carne fresca, mientras que el zorro, para consumir carne en grandes cantidades, va a depender más del consumo de carroñas y de restos que hayan podido quedar en las zonas donde el lobo depreda. En este sentido, está demostrado que la transmisión de la triquinosis a través de la carroña está muy condicionada por las condiciones climáticas, de manera que solo en las zonas con temperaturas moderadas y humedad alta se ve favorecida la supervivencia de las larvas de *Trichinella* en la carroña durante varios días (Pozio, 1998). Por lo tanto, esta puede ser otra de las razones por las que la prevalencia del parásito es mayor en el lobo que en el zorro, dado que el consumo de carne fresca, con larvas de *Trichinella* perfectamente infectivas, garantiza que el ciclo se pueda completar sin problemas, en tanto que la transmisión mediante carroña no siempre tiene éxito debido a la labilidad de las larvas frente a condiciones ambientales adversas.

En el estudio realizado por Bagrale *et al.* (2009) en distintas regiones de Letonia, analizaron el contenido estomacal de lobos y observaron que las presas predominantes se componían de ungulados silvestres (cérvidos y jabalí), seguidos de un amplio abanico de mamíferos de tamaño medio y pequeño (perro doméstico, perro mapache, zorro, tejón, nutria y comadreja), así como de varios pequeños roedores e insectívoros. Esto refuerza la idea de que el lobo, como el carnívoro situado en la cúspide de la cadena trófica, se alimenta a base de distintas y variadas especies potencialmente hospedadoras de *Trichinella*, lo que contribuye a que este parásito alcance en el lobo la mayor prevalencia de las especies estudiadas.

Por lo que respecta a la carga parasitaria de larvas de *Trichinella* spp. en musculatura, en un estudio realizado en Croacia con 67 lobos, Beck R, Beck A, Lucinger *et al.* (2009) encontraron que

estaba comprendida entre 0,3 y 45,9 LPG, con una media de 7,6 LPG en los lobos parasitados. En nuestro país, son muy escasos los estudios en los que se ha analizado la carga parasitaria de *Trichinella* spp. en lobos. El más destacado es el de Segovia *et al.* (2001), quienes en 47 lobos del noroeste de España, detectaron una intensidad media de parasitación de $2,4 \pm 2,2$ LPG, que es algo inferior a la que hemos encontrado nosotros en los tres lobos parasitados de nuestro estudio.

5.3.5. FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR A LA PREVALENCIA

Sexo y prevalencia. En todos los estudios con un tamaño muestral adecuado, no han encontrado que existieran diferencias significativas de la prevalencia de *Trichinella* spp. entre ambos sexos. En nuestro estudio, se aislaron larvas predominantemente en hembras (2/3 lobos) más que en machos. Sin embargo, esta diferencia no se puede considerar que tenga significación estadística con una prevalencia tan baja del 3%.; para obtener resultados concluyentes es necesario ampliar considerablemente el número de lobos analizados y los positivos.

No obstante, esta misma tendencia, con una mayor prevalencia (54,9%) pero no significativa en hembras, la han descrito Teodorović *et al.* (2014) en una zona endémica de triquinelosis como los Balcanes. En el único estudio que aporta datos completos de la población lobuna muestreada, la prevalencia es ligeramente mayor (pero no estadísticamente significativa) en las hembras (62,5%) que en los machos, aunque hay que tener en cuenta que solo se analizaron 24 hembras y 10 machos (Bagrade *et al.*, 2009).

Edad y prevalencia. En nuestro estudio, los 3 lobos infectados por *Trichinella* fueron adultos, pero al igual que ocurre con el sexo, solo lo podemos considerar una tendencia, fácilmente entendible ya que en una zona de baja prevalencia los animales presentan mayor probabilidad de adquirir las larvas a medida que trascurren los años y tienen, por tanto, más probabilidad de ingerir presas o carroña portadoras de larvas de *Trichinella*.

Sin embargo, en las zonas endémicas de Europa parece ocurrir lo contrario. En Croacia, se observó una prevalencia mayor en los lobos jóvenes de 2 y 3 años de vida que en los adultos (con una probabilidad de infección 3,5 veces superior en los subadultos que en los adultos), pero sin que se pudiese considerar estadísticamente significativa (Beck, Beck, Kusak *et al.*, 2009). Resultados similares se obtuvieron en Letonia, donde la prevalencia en lobos jóvenes (76,9%) fue más elevada que en adultos (65%), con la particularidad que este estudio incluyó 13 lobos inmaduros y 21 adultos (Bagrade *et al.*, 2009). Estas diferencias pueden ser debidas al carácter dispersante de los lobos jóvenes que sobreviven con peores fuentes de alimentación, ya que a los jóvenes solitarios les resulta más difícil cazar presas por lo que deben recurrir al carroñeo. Otra razón es la propia estructura jerárquica de la manada, donde los jóvenes subordinados deben aprovechar fuentes alimenticias peores, como restos antrópicos, cadáveres de caza o capturar roedores (Beck, Beck, Kusak *et al.*, 2009).

5.4. MUSTÉLIDOS Y PROCIÓNIDOS

Casi la totalidad de los ejemplares empleados en esta tesis fueron cedidos por los CRFS de Galicia, bien porque son especies autóctonas protegidas por la ley, o porque dichos centros coordinan la recogida de individuos vivos o cadáveres de las especies exóticas invasoras atrapadas en las campañas de control de sus poblaciones. La única excepción fueron los 7 visones americanos recogidos en las islas Cíes en el control poblacional rutinario. Aunque las especies exóticas invasoras son especies susceptibles de aprovechamiento cinegético intenso, en todo el territorio galaico no hemos recibido

ningún ejemplar por esta vía.

En la mayoría de las especies de mustélidos autóctonas no está permitida su caza, por lo que carecemos de datos concretos y actualizados de la estimación poblacional que nos permitirían comprobar si el tamaño muestral es representativo de la población gallega. Por lo tanto, la ausencia de animales positivos en el tejón y la nutria no puede considerarse que sea un muestreo representativo que refleje fielmente la prevalencia de *Trichinella* spp. en estos mustélidos porque el número de individuos muestreados es relativamente pequeño en poblaciones que se mantiene estables y relativamente abundantes aunque, como hemos indicado no hay ningún estudio o informe oficial que haya estimado la población en Galicia de estas especies protegidas. El número de visones americanos de vida libre (asilvestrados) se pueden considerar una muestra pequeña pero, posiblemente, de tamaño representativo para la desconocida población gallega. El caso del mapache es el más singular en este estudio, pues los animales analizados procedieron de una captura intensa en el término municipal de Lugo, que es el único ayuntamiento gallego donde se tiene constancia de su presencia desde hace pocos años, además, la estimación de su población parece indicar que es escasa y localizada pero muestra tendencia a incrementarse y expansionarse, invadiendo nuevos territorios.

Casi todas las muestras de mustélidos y prociónidos que han conformado este trabajo fueron tomadas directamente por miembros del equipo de investigación o veterinarios que trabajan en los CRFS, normalmente tras realizar la necropsia, por lo que la recopilación de la información de cada ejemplar (grupo de edad, sexo, localización de procedencia) y la remisión de los músculos fue completa y precisa. Los valores del tamaño muestral resultaron tan dispares que carece de sentido intentar realizar un estudio estadístico y comparación de los datos epidemiológicos entre sí. Por ello, este apartado resulta básicamente descriptivo. El resultado más importante a destacar es la ausencia de aislamiento de larvas de *Trichinella* en las cuatro especies (nutria, tejón, visón americano y mapache boreal), sin que esta situación se pueda considerar extrapolable a todas las poblaciones gallegas.

Al realizar la revisión bibliográfica, destaca que en España disponemos de numerosos artículos relacionados con el tema, aunque ningún artículo se ha centrado exclusivamente en el estudio de la triquinosis, sino que el análisis de la presencia de *Trichinella* fue parte de un estudio más amplio que pretendía describir la parasitofauna de estas especies de hospedadores. Por otra parte, en la bibliografía consultada no suele ser habitual estudiar una sola especie hospedadora, sino que al igual que en nuestro estudio, analizan un amplio abanico de posibles hospedadores con un número heterogéneo de tamaño muestral. Llama la atención, además, que en una gran cantidad artículos o bien no hacen referencia concreta a las especies concretas estudiadas (por ejemplo, hablan de “mustélidos”) o no concretan el número de animales estudiados y solo indican el valor de la prevalencia de triquinosis en el país o zona. En la Tabla 9 del apartado “Revisión bibliográfica” se han recogido todos los artículos encontrados donde se estudió la parasitosis en distintas especies silvestres presentes en Galicia.

Según consta en el *Índice-catálogo de zooparásitos ibéricos* (Cordero del Campillo *et al.*, 1994), en España se han descrito como hospedadores de *T. spiralis* el cerdo, gato, perro, rata, ratón, jabalí, criceto, gato montés, jineta, turón, lobo, marta, oso pardo, tejón, zorro y ratonero (*Buteo buteo*); *Trichinella* spp. en musaraña colicuada de Galicia (1991) y *T. britovi* en lobo y gato montés de Galicia (publicada en 1978). Además otros estudios la han aislado en garduña (Cordero del Campillo *et al.*, 1999, Gamito-Santos, 2011).

Si consultamos la Tabla 9 del apartado de “Revisión bibliográfica”, veremos que en los trabajos publicados que han estudiado la triquinosis en diversas especies de carnívoros y omnívoros silvestres de Europa, el lobo y el linco son los que presentan las mayores prevalencias suelen presentar (aunque el orden depende del país o territorio estudiado). Tras estas dos especies se encuentra el perro

mapache, que es una especie exótica invasora que por su prevalencia, elevada tasa parasitaria e invasión de nuevos territorios supone un importante reservorio y, en consecuencia, un factor de riesgo en la posible reintroducción de *Trichinella* en zonas consideradas libres. En la bibliografía consultada, de la amplia variedad de mustélidos analizados, solo en la marta y el tejón los tamaños muestrales son relativamente considerables; de las restantes especies apenas se suelen analizar unos pocos ejemplares. Debemos destacar, además, que en todas las investigaciones epidemiológicas realizadas, la marta suele ser una especie hospedadora con una elevada prevalencia de *Trichinella* spp., siendo siempre claramente superior a la descrita en el tejón, que presenta habitualmente prevalencias mucho más reducidas. La nutria, además de una escasez de ejemplares analizados, muestra los valores más bajos de prevalencia.

5.4.1. MÚSCULOS MUESTREADOS Y PESO DE LA MUESTRA

En nuestro estudio hemos analizado una muestra de 20 g, tomando como músculos de elección los de las extremidades torácicas en todos los casos. No obstante, en aquellos ejemplares de pequeño tamaño (como los visones americanos) fue necesario completar la muestra con musculatura de las extremidades pelvianas para obtener un total de 50 g de músculo. Normalmente en el análisis también se ha incluido una muestra de lengua y diafragma, tal como se representa en la figura 29.

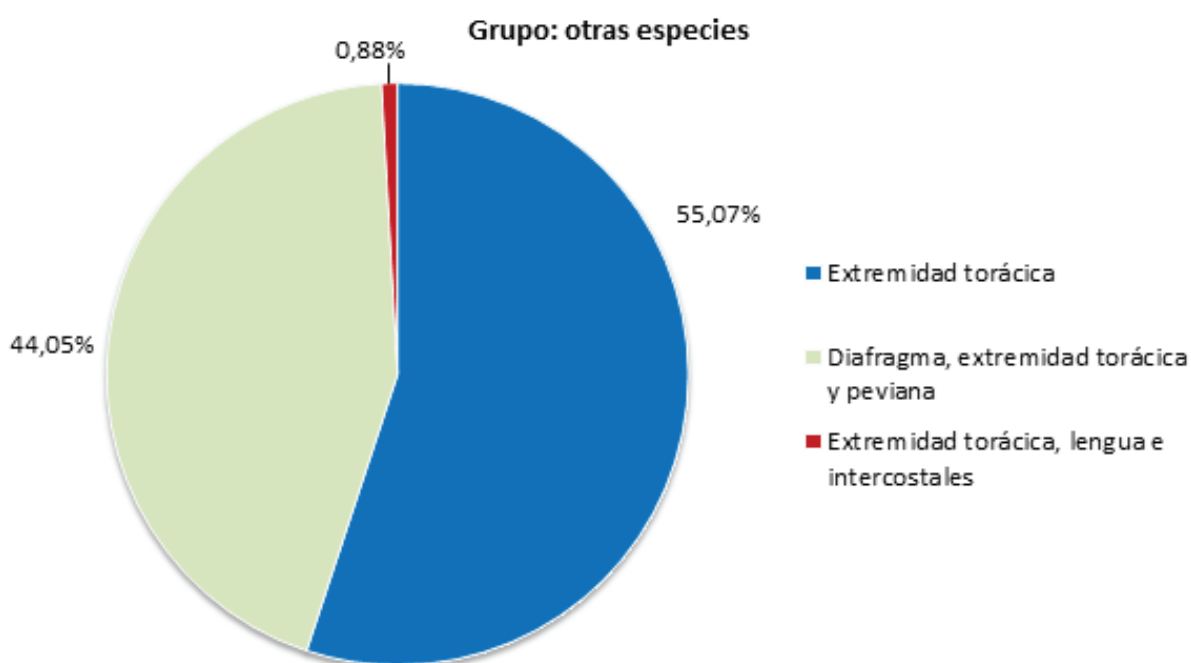


Figura 29. Porcentaje de las distintas combinaciones de músculos de mustélidos y prociónidos que componían las muestras analizadas para la detección de larvas de *Trichinella* spp. mediante digestión artificial.

Ya se ha citado anteriormente el trabajo de Kapel *et al.* (1995) en el que se constató que los lugares de predilección de las larvas de *T. spiralis* en animales silvestres como la jineta, la mangosta o el chacal son los músculos de la porción distal de las extremidades. Más tarde, Miller *et al.* (2006) comprobaron que los músculos de las extremidades torácicas en las especies peleteras estudiadas

(visón americano, zorro plateado, zorro azul y perro mapache) concentran la mayor cantidad de larvas de *Trichinella*. Siguiendo estas indicaciones hemos optado por analizar la musculatura de las extremidades torácicas en el 55% de los ejemplares, mientras que en los restantes animales se ha incluido también extremidades pelvianas, diafragma y lengua hasta completar la cantidad requerida. La mayoría de los autores revisados han empleado músculo de las extremidades, pero algunos solo diafragma, como es el caso del estudio realizado en tejón por Torres *et al.* (2001).

En el trabajo de Gerrikagoitia (2010), donde se han analizado 10 especies de carnívoros silvestres, todas las muestras tomadas de los mustélidos se correspondieron con diafragma junto con la mezcla de lengua, masetero e intercostal (no incluyó la musculatura de las extremidades).

En la mayoría de la revisión bibliográfica, o no especifica la cantidad muestreada o se corresponde con los 10 g recomendada por la ICT. En algunos trabajos el método empleado fue la compresión de muestras musculares entre placas triquinoscópias, no recomendado por los organismos internacionales porque disminuye la sensibilidad del método diagnóstico; a pesar de ello, un tejón de analizados resultó positivo (Torres *et al.*, 2001). En nuestro estudio, en todos los animales hemos analizado 20 g de musculatura mediante el método de digestión artificial, lo que supone el doble de la muestra que la mayoría de los estudios de mustélidos emplean; de esta forma, podemos afirmar que la sensibilidad de nuestro método ha sido superior al que habitualmente se refleja en los artículos científicos que estudian la presencia de *Trichinella* spp. en mesocarnívoros ibéricos.

5.4.2. SEXO Y GRUPO DE EDAD DE LOS MUSTÉLIDOS Y PROCIÓNIDOS MUESTREADOS

En la tabla 31 se indica el número de ejemplares de las cuatro especies de mesocarnívoros que han sido analizados en nuestro estudio, distribuidos en función del sexo y de la categoría de edad (joven, adulto). En ninguno de ellos se aislaron larvas de *Trichinella* spp, por lo que la prevalencia fue 0%.

Tabla 31. Número de mesocarnívoros muestreados en Galicia, indicando el número de ejemplares de cada sexo y categoría de edad.

		Tejón (n)	Nutria (n)	Visón americano (n)	Mapache (n)	Nº total de mesocarnívoros	TOTAL (%)
SEXO	Hembra	14	3	56	24	97	42,73
	Macho	15	10	97	8	130	57,27
EDAD	Jóvenes	7	5	74	13	99	43,61
	Adulto	22	8	79	19	128	56,39
Total de individuos		29	13	153	32	227	100

Como ya hemos comentado el estudio estadístico ha revelado que las diferencias existentes entre machos y hembras por un lado, y jóvenes y adultos carecen de significación estadística dado el tamaño muestral, indicando solo cierta tendencia. Como se puede apreciar en los visones americanos, el número de machos muestreados casi duplica al de hembras, hecho fácilmente explicable si se tiene en cuenta que el trampeo se suele intensificar en la época de celo para capturar el mayor número posible de animales, que es cuando los machos presentan mayor movilidad y hambre, pues le dedican menos

tiempo a la búsqueda de alimento y, por ello, son menos reticentes a aprovechar fuentes de alimento fáciles de conseguir, como los cebos que se sitúan en las trampas. No disponemos de ningún estudio en la bibliografía que haya tratado estos parámetros pormenorizadamente, de manera que no podemos comparar nuestros resultados con estudios previos.

5.4.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL MUESTREO

La distribución geográfica del muestreo de las especies analizadas pertenecientes a la familia de los mustélidos está más localizada que la del jabalí o el zorro, pero tiene las mismas características que la que se ha llevado a cabo con el lobo, ya que nos encontramos con un número reducido de ejemplares. El caso de los prociónidos es diferente, puesto que el muestreo se centró en áreas concretas en las que se había originado una pequeña población de mapaches, circundantes al punto del supuesto escape de animales, y donde había evidencias (rastros y avistamientos) de la presencia de ejemplares de esta especie alóctona. En la tabla 32 se indica el número de mustélidos y prociónidos que fueron muestreados en cada provincia gallega.

Tabla 32. Número de mesocarnívoros muestreados en cada provincia gallega.

		Tejón (n)	Nutria (n)	Visón americano (n)	Mapache (n)	Nº total	TOTAL (%)
PROVINCIA	A Coruña	5	2	9	0	16	7,05
	Lugo	11	2	120	32	165	72,69
	Ourense	4	0	5	0	9	3,96
	Pontevedra	9	9	19	0	37	16,30
Total de individuos		29	13	153	32	227	100

La distribución geográfica del muestreo de mesocarnívoros se corresponde, en líneas generales, con zonas concretas diseminadas por todo el territorio gallego, con un claro predominio de la provincia de Lugo, en la que se recogieron un total de 165 animales (la mayoría de ellos visones americanos), por lo que, en esta provincia, nos inclinamos por pensar que el número de animales es bastante representativo de la epidemiología que posiblemente presente la triquinosis en los mustélidos. Por el contrario, en el caso de la provincia de Ourense solo se pudieron conseguir los cadáveres de 4 tejones y 5 visones americanos. Debemos destacar, no obstante, que varias especies de mustélidos se han muestreado en ayuntamientos donde hemos obtenido casos positivos en zorros y lobos (Figura 30).

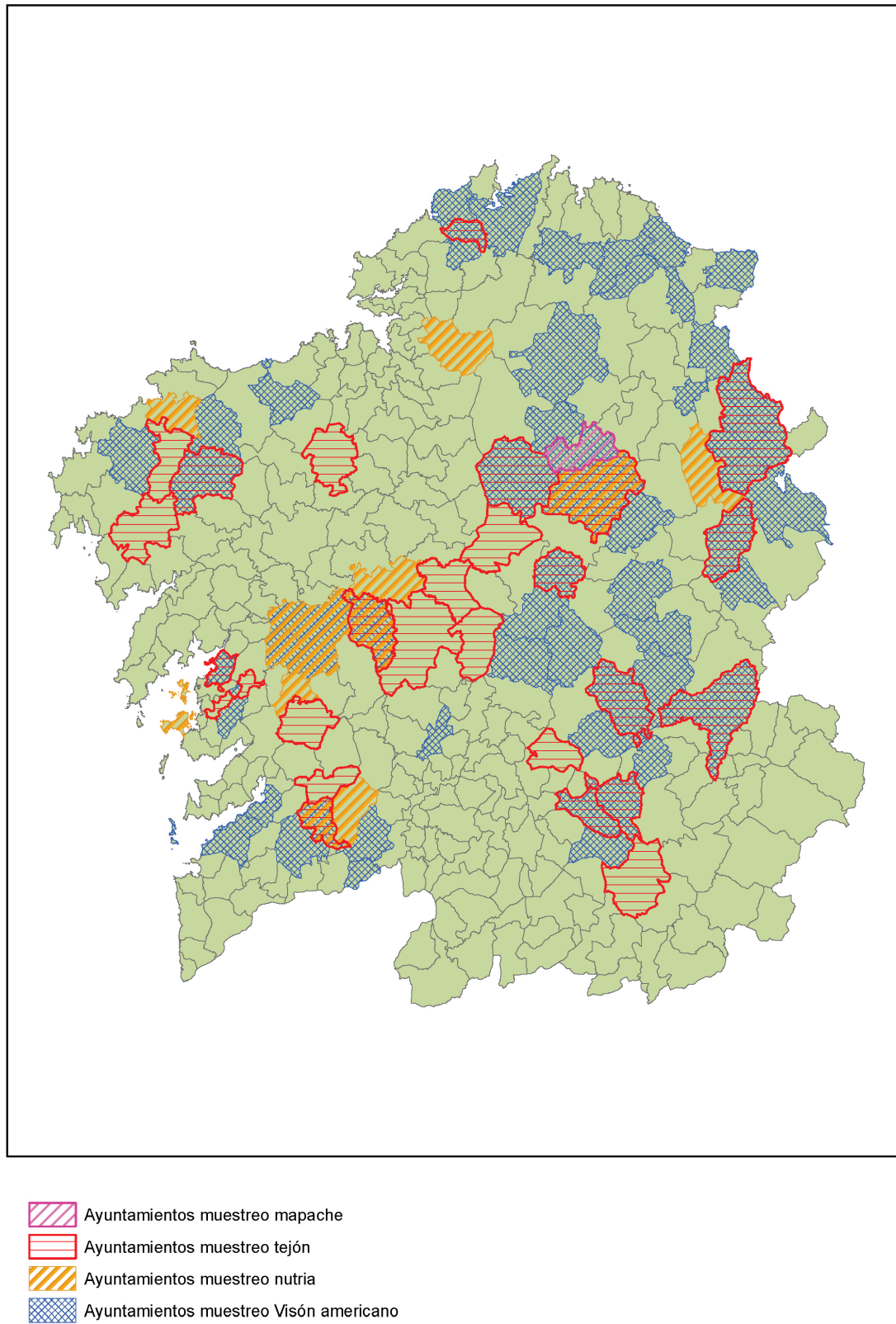


Figura 30. Mapa de Galicia en el que se indican los ayuntamientos de procedencia de las cuatro especies de mesocarnívoros analizadas.

5.4.4. TEJÓN

Los tejones del presente estudio ingresaron en los centros de recuperación a causa de accidentes de tráfico y otros traumatismos, caza ilegal (lazos) o animales enfermos que ingresaron vivos o muertos. Por lo tanto, el muestreo no se pudo planificar de ninguna manera, teniendo que ajustarse a las localizaciones, fechas y circunstancias dadas. El número de ejemplares disponibles anualmente es relativamente bajo, por lo que suele ser necesario muestrear durante varios años, como en nuestro caso y la mayor parte de los trabajos publicados. El número de tejones analizados en el presente estudio (29 animales) lo consideramos escaso para la posible abundancia de esta especie en Galicia, aunque carecemos de datos poblacionales reales. La dificultad para reunir un número de tejones lo suficientemente elevado es la pauta común que se aprecia en la mayoría de las referencias bibliográficas, estando casi todos los estudios por debajo de la decena de ejemplares. Sin embargo, las prevalencias son relativamente altas, es decir, han analizado pocos tejones y sin embargo han aislado larvas de *Trichinella*. Si nos fijamos en los estudios epidemiológicos realizados en Europa, son varios los trabajos que han superado nuestro tamaño muestral; es el caso del más amplio, de 85 ejemplares procedentes de toda España (Torres *et al.*, 2001); o los 57 tejones analizados en el País Vasco (Gerrikagoitia, 2010); o los 53 tejones analizados en una monitorización amplia de 8 especies de carnívoros silvestres de Finlandia (Airas *et al.*, 2010).

La prevalencia en Europa, al igual que ocurre con otros hospedadores, varía mucho dependiendo del país o la zona de estudio, aunque debemos tener en cuenta que el tamaño muestral de los trabajos publicados es habitualmente reducido. En el resto de Europa la situación de la triquinelosis descrita en los tejones depende de si se trata de una zona endémica o no, ya que la prevalencia en el tejón y otros mustélidos está en consonancia con la prevalencia que tiene *Trichinella* spp. en otras especies como el jabalí, zorro, lobo, lince u oso. En la Tabla 9 del apartado de “Revisión bibliográfica” se han recopilado las citas bibliográficas más recientes; se puede observar que las prevalencias descritas fluctúan desde el 33% en zonas endémicas como Bulgaria (Gerogieva, *et al.*, 2000) y Finlandia (Oivanen, *et al.*, 2002), o el 28% en Polonia (Moskwa *et al.*, 2012) hasta la ausencia de aislamientos en la región del Véneto en Italia (0/11) (Di Cerboi *et al.*, 2008).

En España contamos con varios estudios donde que analizan tejones y otras especies silvestres hospedadoras de *Trichinella* spp., como el gato montés; además, disponemos de citas bibliográficas de aislamiento, con tamaño muestral bastante variado. Así, por ejemplo, Torres *et al.* (2001) realizaron un estudio en el que se incluyeron 85 tejones procedentes de zonas de casi toda España y que, como hemos indicado, es el mayor número de tejones analizados hasta la fecha en la Península Ibérica; de ellos, 13 ejemplares correspondieron a Galicia y toda la cornisa Cantábrica. Obtuvieron una prevalencia de 1,2% pero el único tejón positivo a *Trichinella* procedía de la cuenca mediterránea. En el mencionado estudio, se analizaron muestras de diafragma mediante la técnica de compresión con placas triquinoscópias, sin indicar cuál fue la cantidad examinada en cada ejemplar. No se observaron diferencias significativas en la prevalencia o la carga parasitaria. Uno de los resultados más interesantes del estudio fue la ausencia de *Trichinella* en la parte noroeste de nuestro país, al igual que ocurre en nuestro estudio; además, los autores pudieron comprobar que la riqueza y abundancia de las distintas especies de parásitos del tejón variaba de acuerdo con el área biogeográfica de la Península Ibérica, y esta heterogeneidad puede deberse a la variación de la dieta, factores abióticos (humedad, temperatura o pluviosidad) y biocenosis (flora y fauna) de cada área biogeográfica (Torres *et al.*, 2001).

Millán *et al.* (2004) realizaron un estudio de la parasitofauna de tejones del País Vasco, que incluyó la búsqueda de larvas de *Trichinella* en 15 tejones de los 26 ejemplares necropsiados (la inmensa mayoría atropellados), empleando 10 g de diafragma y el método diagnóstico de digestión artificial. Aunque determinaron el sexo y grupo de edad (jóvenes y adultos), no indican nada respecto a las

características de los animales estudiados, aunque no hallaron larvas de *Trichinella*.

La ausencia de aislamientos de *Trichinella* en los 15 y 57 tejones del País Vasco analizados por Millán *et al.* (2004) y Gerrikagoitia (2010), respectivamente, así como en los 13 ejemplares de Galicia y de la cornisa Cantábrica examinados por Torres *et al.* (2001), coincide plenamente con nuestros resultados, y parecen marcar una tendencia de ausencia de aislamiento o prevalencia muy baja en el noroeste español. Sin embargo, es recomendable seguir analizando más mustélidos de esta zona peninsular, con el fin de conseguir el número suficiente de individuos para poder conocer, con la mayor aproximación posible a la realidad, cuál es la prevalencia que tiene *Trichinella* spp. en estos mesocarnívoros y, de esta forma, dilucidar qué papel desempeñan en el mantenimiento del ciclo selvático de este parásito en los ecosistemas del noroeste de la Península Ibérica.

De los escasísimos trabajos realizados sobre la fauna silvestre en Portugal, Magalhães *et al.* (2004) estudió la prevalencia de triquinosis en jabalí y varias especies carnívoras, entre ellas tres tejones, una marta y siete meloncillos procedentes de distintas zonas de Portugal, entre ellas Tras-os-Montes e Alto Douro, que limitan con la provincia de Ourense, sin que se disponga de otros datos referentes a la edad o sexo del grupo de estudio.

5.4.5. NUTRIA

Las causas de ingreso de las nutrias en los CRFS gallegos estuvieron relacionadas principalmente con los accidentes de tráfico y, en menor medida, por atrapamiento en estructuras hidráulicas o animales enfermos que ingresaron vivos o muertos. Por lo tanto, el muestreo no se pudo planificar a priori de ninguna manera, sino que dependió de los animales aportados por los CRFS, teniendo que ajustarse a las localizaciones, fechas y circunstancias dadas. El número de ejemplares disponibles anualmente es muy bajo, por lo que es necesario prologar el muestreo durante varios años para alcanzar un número aceptable de ejemplares, como es habitual en nuestro estudio y en la mayor parte de los trabajos publicados. El número de nutrias que han formado parte de nuestro estudio es la cifra más baja de todas las especies analizadas, por lo que lamentablemente no es posible afirmar que los resultados obtenidos son representativos de la prevalencia de *Trichinella* spp. en la población gallega de este mustélido.

Como decimos, al tratarse de una especie protegida, resulta complicado obtener nutrias para su estudio, de ahí la escasez de publicaciones nacionales e internacionales; en los trabajos que analizaron varias especies de hospedadores silvestres, por lo general la nutria supone un pequeño porcentaje del total. Además, destaca la escasez de estudios en los que se ha conseguido el aislamiento de larvas de *Trichinella* registradas. En concreto son dos, uno realizado en Finlandia, en el que se estudiaron 31 nutrias, alcanzando una prevalencia media de 3,2%, teniendo en cuenta que es un país donde la triquinosis es endémica y la prevalencia descrita en otras muchas especies silvestres suelen ser de las mayores de Europa (Airas *et al.*, 2010). Otra de las pocas referencias que describen la presencia de *Trichinella* spp. en nutria procede de Rumanía, donde se describió una prevalencia del 2,1%, pero sin indicar el número de ejemplares analizados (Lupascu *et al.*, 1970). En los restantes estudios, con un número variable de ejemplares estudiados, la prevalencia fue cero, como es el caso del realizado en Bielorrusia, donde se analizó la helmintofauna de los cadáveres de 14 machos y 11 hembras sin obtener ningún aislamiento de larvas de *Trichinella* (Shimalov *et al.*, 2000), mientras que en el mismo país, en trabajos similares con otras especies de mustélidos, sí se detectaron animales positivos al parásito, por ejemplo en turón, con una prevalencia del 5% (Shimalov y Shimalov, 2002a).

Al consultar la bibliografía publicada hasta el presente, se comprueba que, el estudio en el que se

ha analizado la mayor cantidad de nutrias y se ha abarcado la mayor área de muestreo es el realizado por Torres *et al.* (2004), quienes analizaron los helmintos de 109 nutrias recogidas durante 10 años procedentes de España (48), Portugal (5) y Francia (56); en ningún animal se detectaron larvas de *Trichinella* spp. Hay que indicar que es el único trabajo publicado en el que se han analizado nutrias procedentes de Galicia (en concreto fueron 6 los animales examinados), coincidiendo con nuestro estudio en que se obtuvieron animales de todas las provincias gallegas excepto de Ourense y que, además, el mayor número de nutrias procedía de Pontevedra.

Por lo que se desprende tanto de la revisión bibliográfica como de nuestro trabajo, la nutria no es uno de los hospedadores silvestres principales de *Trichinella*, y solo se ha conseguido detectar animales positivos en aquellas áreas y países de Europa donde los valores de prevalencia para otros carnívoros silvestres (lobo, zorro o tejón) son muy elevados. Entre las posibles razones que explicarían que la nutria sea una especie silvestre en la que es poco frecuente la confirmación de triquinelosis selvática están la escasez de población y, en consecuencia, el reducido tamaño de las muestras que componen los estudios, así como sus preferencias y hábitos tróficos. De hecho, en la mayor parte del territorio europeo, la nutria se considera un mamífero con poblaciones de reducido tamaño e incluso amenazadas; Portugal, al contrario, es el país que cuenta con las poblaciones más estables y abundantes, mientras que en España la situación es de estabilidad. Los hábitos tróficos de este mamífero semiacuático presente tanto en los ecosistemas costeros como fluviales, se alimenta principalmente de pescado e insectos, por lo que muestra poco interés por el carroñeo de cadáveres, consumo de restos orgánicos de la basura o la predación de mamíferos terrestres (Torres *et al.*, 2004). Por lo tanto, en las condiciones de baja prevalencia de triquinelosis en la fauna silvestre de Galicia, las probabilidades de que una nutria adquiera la parasitación por consumo de carne con larvas de *Trichinella* spp. es probablemente muy inferior a la que presentan otras especies de carnívoros silvestres. No obstante, debemos indicar que, en la medida de lo posible, sería conveniente que se siguieran realizando estudios sobre la presencia de *Trichinella* spp. en la nutria del noroeste peninsular, puesto que, como hemos indicado, es una especie de mustélido en la que se ha demostrado la presencia de larvas viables (Shimalov y Shimalov, 2002a; Airas *et al.*, 2010) y que, por tanto, puede desempeñar un papel epidemiológico en el anidamiento natural y dispersión de este parásito. Además, conviene destacar que, gracias a las medidas de protección de la especie y a la recuperación ambiental de muchas cuencas fluviales del noroeste español, la nutria está recuperando sus poblaciones y se está expandiendo, estando presente incluso en el cauce de ríos que atraviesan ciudades y otros núcleos menores de población; por ello, es una especie que, potencialmente, puede servir de nexo entre el ciclo doméstico y el selvático de *Trichinella*, al haber colonizado áreas periurbanas o sometidas a actividades humanas.

5.4.6. VISIÓN AMERICANO

Para la realización de la presente tesis doctoral también hemos aprovechado que, desde hace años, se han implantado campañas de control de especies alóctonas en el territorio de Galicia, lo que nos ha permitido disponer de muestras procedentes de especies como el visón americano y el mapache, dos de las especies invasoras más dañinas que hay en la península Ibérica. Una de las razones por las que se ha incluido este tipo de mesocarnívoros en nuestro estudio es porque existen publicaciones científicas en las que se ha descrito que pueden ser hospedadoras de larvas de *Trichinella*, como el visón americano (Pozio, Casulli *et al.*, 2001; Gerrikagoitia, 2010) u otros potenciales hospedadores que pueden jugar un papel en la epidemiología de esta zoonosis pero todavía no está suficientemente estudiado (Pozio, Casulli *et al.* 2001; Sherrad-Smith *et al.*, 2014). El visón americano presenta una amplia diseminación por todo el territorio gallego debido a que en nuestra comunidad autónoma se localizan una parte considerable de las granjas españolas de esta especie peletera. Tanto las fugas accidentales de ejemplares de las granjas como las sueltas indiscriminadas e irresponsables ocurridas en las

últimas décadas, han tenido como consecuencia que esta especie exótica invasora haya sobrevivido, adaptándose perfectamente a las condiciones de los hábitats gallegos (algunos tan emblemáticos como las islas Cíes, de donde proceden algunas de nuestras muestras estudiadas), poniendo en peligro las poblaciones autóctonas de aves que anidan en tierra, anfibios, micromamíferos y mamíferos de su tamaño.

Todos los cadáveres de visones americanos fueron muestreados por miembros de nuestro equipo, por lo que se ha tomado abundante cantidad de músculos hasta completar los 100 g de muestra, aunque en el análisis se emplearon 20 g. En el caso de las hembras de menor tamaño, cuyo peso estaba comprendido entre los 600-850 g, fue necesario tomar muestras de los músculos de ambas extremidades torácicas y pelvianas y, normalmente, también de la lengua y el diafragma.

Los visones americanos procedieron de una parte considerable del territorio lucense, por lo que pensamos que el número de ejemplares obtenidos en la provincia de Lugo (120 animales) es probablemente representativo de la realidad epidemiológica que presenta *Trichinella* en la población establecida en las cuencas fluviales de dicha provincia. Sin embargo, en las tres provincias restantes, el número de ejemplares muestreados fue muy inferior, por lo que no podemos afirmar lo mismo que en el caso de los de Lugo.

Como ya se ha comentado anteriormente, predominan los ejemplares machos porque las capturas tienen como finalidad reducir la población y se suelen intensificar en las épocas de celo, donde los machos están más activos y se desplaza más.

Al igual que en el caso de la nutria, son pocos los trabajos en los que se ha estudiado la presencia de *Trichinella* spp en visones americanos de vida libre en la Península Ibérica y en el resto de áreas de Europa donde está presente la especie. La única referencia en la que se ha confirmado la presencia del parásito en visones americanos es el estudio realizado por Lupascu *et al.* (1970), que describió una prevalencia de 14,3% en Rumanía aunque, lamentablemente, desconocemos cuál fue el número de animales que examinaron. También se han descrito casos positivos en 50 visones americanos cazados en Bielorrusia durante el periodo de 1980-1998, con una prevalencia del 4% de *Trichinella* spp. pero sin identificar la especie del parásito involucrada (Shimalov y Shimalov, 2001). En los restantes estudios realizados en Europa, con un número variable pero escaso de ejemplares estudiados, la prevalencia siempre ha sido cero (para más detalles se puede consultar la Tabla 9 del apartado de “Revisión bibliográfica”).

Nuestro estudio es, entre los realizados en el continente europeo, el que ha analizado un mayor número de visones americanos (153 ejemplares). En los únicos trabajos de investigación que han incluido al visón americano en España obtuvieron los mismos resultados: ausencia de aislamientos de larvas de *Trichinella* en todos los ejemplares. El de mayor tamaño muestral fue un estudio sobre la parasitofauna que del visón americano (n = 112) y el visón europeo (n = 28) recogidos en la mayoría de las provincias españolas donde están presentes ambas especies (Torres *et al.*, 2003). También debemos citar el trabajo realizado por Miquel *et al.* (1994) en el que no se encontró el parásito en ninguno de los 20 visones americanos examinados.

Al igual que hemos comentado en el caso de la nutria, y en vista de nuestros resultados, el visón americano tampoco parece desempeñar, a priori, un papel destacado en la epidemiología de la triquinelosis selvática en el noroeste de la Península Ibérica. No obstante, somos conscientes de que cualquier conclusión epidemiológica debe estar basada en estudios en los que el número de animales examinados sea representativo, desde un punto de vista estadístico, de la población de donde se ha extraído dicho colectivo. Por eso, nuestros resultados deben ser interpretados con

prudencia, valorándolos como un indicio epidemiológico que indica que, posiblemente, la población del visón americano presente una baja prevalencia de *Trichinella* spp en el medio natural de Galicia. Sin embargo, a diferencia de la nutria, consideramos que el riesgo epidemiológico que conlleva la presencia del visón americano en el noroeste de nuestro país es mucho mayor. Las razones son varias. En primer lugar, se trata de una especie alóctona con un poder invasivo enorme; la primera cita de esta especie en estado libre en España tuvo lugar en Segovia, en el año 1978 (Delibes y Amores, 1978). Con el paso de los años, ha ido colonizando nuevas áreas a partir de los núcleos iniciales de invasión; de hecho, a mediados de la década de los 80 ya existían en España tres núcleos poblacionales estables en libertad, entre ellos el descrito en el suroeste de Galicia (Vidal-Figueroa y Delibes 1987). El visón es un animal de hábitos semiacuáticos y, por ello, su distribución está ligada al agua, pudiéndose encontrar en todo tipo de hábitats acuáticos: arroyos, ríos, embalses, lagos, lagunas y también el mar, siempre que exista suficiente alimento disponible (Bravo y Bueno, 1992). En la costa ocupa zonas de rocas y peñas (Dunstone, 1993) y en la costa gallega se sitúa en zonas de rocas graníticas, donde las densidades de visón pueden llegar a ser elevadas (Romero, 2009). Además, esta especie puede tolerar ambientes contaminados o degradados por la actividad industrial y urbana, incluso en los propios cascos urbanos, al pie de los desagües (Vidal-Figueroa y Delibes, 1987). Esto indica que el visón americano tiene un gran poder de adaptación y de dispersión, de manera que puede comportarse como un vector diseminador de agentes infectocontagiosos, entre los cuales está *Trichinella* spp. En este sentido, la colonización de zonas de ribera de río en áreas periurbanas es, como también hemos comentado en el caso de la nutria, razón suficiente para considerar que la presencia del visón americano puede ser un factor de riesgo que facilite el contacto entre ambientes sinantrópicos y selváticos, de manera que pudiera ser un vínculo entre el ciclo doméstico y el selvático de *Trichinella* spp.

Otra razón que nos hace pensar que el visón americano puede llegar a convertirse en un factor de riesgo sanitario en la transmisión y mantenimiento de la triquinelosis en Galicia es que presenta una dieta extremadamente variada, que incluye un amplio espectro de presas, tanto acuáticas como terrestres, entre las que se encuentran los micromamíferos (Vidal-Figueroa y Delibes, 1987; Palazón y Ruiz-Olmo, 1997; Palomo y Gisbert, 2002; Melero *et al.*, 2008). Además, al ser una especie generalista y oportunista, es capaz de modificar su dieta en función del tipo de hábitat, la disponibilidad de presas y la presencia de competidores, pudiendo consumir carroña y restos de basura (Bonesi *et al.*, 2004). Por tanto, este comportamiento trófico, junto a su carácter invasivo y adaptativo incluso a entornos humanizados, hacen que el visón americano sea un candidato idóneo para adquirir un destacado papel epidemiológico en el anidamiento natural y dispersión de la triquinelosis.

5.4.7. MAPACHE

Desde la década de 1980, el mapache ha sido una especie introducida como animal de compañía en distintos países europeos y asiáticos (en España, un poco más tarde). En estos países, la liberación de ejemplares, tanto accidental como intencionadamente, ha provocado que el mapache se haya adaptado a numerosas áreas naturales, originando colonias de animales asilvestrados que suponen un riesgo para la biodiversidad de la fauna autóctona, así como un peligro sanitario (Fernández-Aguilar *et al.*, 2012). En determinadas áreas de España, como es la Comunidad de Madrid, hay una población cada vez mayor de mapaches, procedente de sueltas deliberadas de ejemplares domésticos, comprobándose que ha tenido un gran éxito de adaptación y reproducción (García *et al.*, 2007). También se han capturado ejemplares en otras zonas del sur de España, como en el propio Parque nacional de Doñana (Fernández-Aguilar *et al.*, 2012), lo que demuestra que se trata de una especie que es capaz de adaptarse a entornos naturales muy diferentes, colonizando incluso áreas periurbanas (Barona y García-Román 2007, Fernández-Aguilar *et al.*, 2012).

En el presente estudio, las muestras de mapache procedían de ejemplares capturados al amparo del programa que se está realizando desde hace años para controlar y erradicar la población que se ha establecido en la provincia de Lugo. El muestreo se realizó tras la necropsia de los ejemplares gracias a la colaboración de los compañeros veterinarios del CRFS de Lugo.

En la revisión bibliográfica que hemos realizado no aparece expresamente descrito que se haya estudiado, ni en España ni en Europa, la presencia de larvas de *Trichinella* en mapaches. En muchos trabajos ni siquiera se mencionan todas las especies estudiadas de mustélidos y otros mesomamíferos, por lo que es posible que sí se hayan incluido en alguna investigación, pero no consta expresamente. Por lo tanto, en base a la bibliografía consultada, podemos indicar que no se han confirmado casos positivos de esta triquinosis en Europa.

El mapache, que es una especie originaria de América del Norte, está ampliamente distribuida en este subcontinente. En distintos estados norteamericanos (como Illinois, Indiana o Wisconsin) se ha confirmado que el mapache, como especie autóctona que es, está implicado en el ciclo selvático de *Trichinella murrelli*, que es el genotipo selvático circulante más común; en algunos casos las prevalencias detectadas han sido elevadas, como el 19% registrado en el Estado de Wisconsin. De hecho, una justificación de la elevada prevalencia de *Trichinella* en el mapache es porque se trata de un mesocarnívoro con hábitos de predación, sobre todo roedores, y también por sus hábitos de consumo de carroñas de zorro, perro mapache y oso (Pozio, 2007; Kobayashi *et al.*, 2007; Hill *et al.*, 2008).

En uno de los pocos trabajos publicados en los que se estudia esta zoonosis en el mapache en áreas del mundo donde es alóctono, realizado en Japón, se analizaron 1.080 mapaches y se comprobó que la prevalencia de *Trichinella* T9 era del 0,8%; las cargas parasitarias de larvas oscilaron entre 0,4 y 201,8 LPG de músculo analizado (masetero o lengua), siendo la media de 93 LPG (Kobayashi *et al.*, 2007). Una particularidad que aparece descrita en varios artículos, tanto si el mapache actúa como especie alóctona como autóctona, es que las infecciones por *Trichinella* solo ocurren en los ejemplares machos, apuntando como una posible explicación el efecto de la testosterona inhibiendo la respuesta inmune (Smith *et al.*, 1985; Cole y Shoope, 1987; Kobayashi *et al.*, 2007).

A pesar de que en nuestro estudio no se ha detectado ningún mapache parasitado por *Trichinella* spp., debemos destacar que, al tratarse de una especie alóctona con gran capacidad de adaptación, su presencia en los ecosistemas de la Península Ibérica debe ser tenida en cuenta como un posible factor de riesgo en la epidemiología de la triquinosis. Esta afirmación, similar a la que hemos expuesto en el caso del visón americano, se basa en el hecho de que se ha demostrado que el mapache puede ser hospedador de *Trichinella* en zonas de dispersión fuera de su área de origen (Kobayashi *et al.*, 2007). Es decir, ya hay precedentes que indican que este prociénido, con gran éxito en su adaptación a nuevos entornos, se ha integrado en el ciclo selvático de *Trichinella* en las áreas que ha invadido. Por otra parte, como ya hemos indicado, el mapache es uno de los hospedadores de *T. murrelli*, que es una especie descrita solo en Norteamérica (Hill *et al.*, 2008), de manera que no se puede descartar que la presencia de ejemplares en Europa haya provocado la introducción de *T. murrelli* en nuestro continente. Por tanto, de nuevo, debemos destacar las consecuencias epidemiológicas que puede tener la presencia de un determinado hospedador alóctono, al actuar como vector de agentes infectocontagiosos que no estaban presentes en las áreas invadidas. Por ello, aunque en nuestro estudio no haya aparecido ningún mapache parasitado por *Trichinella* spp., sería recomendable continuar investigando la presencia de este parásito en el mapache del noroeste de la Península Ibérica.

5.5. APROXIMACIÓN A LA SITUACIÓN DE LA TRIQUINELOSIS EN GALICIA

En la Península Ibérica, en general, *Trichinella* spp presenta una distribución que abarca todo el territorio peninsular, aunque con prevalencias que varían en función del área concreta de estudio. La triquinelosis se considera endémica en nuestro país, aunque debido básicamente a los sistemas de explotación porcinos y hábitos alimenticios, los casos de triquinelosis humana son poco frecuentes en Galicia y Portugal (Cordero del Campillo *et al.*, 1999). En España se asume que la prevalencia de *Trichinella* spp. es mayor en Extremadura, sureste de Castilla y León y Andalucía occidental, muy relacionada con las explotaciones porcinas en montanera, lo que ha favorecido el contacto más intenso y continuado entre los animales domésticos y mamíferos silvestre. Además, por lo general, estas zonas cuentan con poblaciones abundantes de jabalí, que se explota intensivamente para actividades cinegéticas en grandes fincas (valladas o no). De hecho, esta combinación de explotaciones de porcino al aire libre y el modelo de gestión de la caza ha contribuido a mantener una de las tasas más elevadas de brotes humanos de triquinelosis de Europa (solo superada por los países del Este), principalmente asociados al consumo embutidos crudos y, cómo no, a la elevada prevalencia detectada tanto en el ganado porcino como en jabalí; de hecho, los brotes humanos de nuestro país equivalen al 21,8% del total de brotes registrados en la UE) (EFSA, 2015).

No podemos comparar el estado actual de la triquinelosis en la fauna silvestre de Galicia descrito en la presente tesis doctoral con situaciones anteriores porque, sencillamente, se carece de estudios epidemiológicos previos mínimamente completos. La revisión bibliográfica disponible aporta, básicamente, unas pinceladas muy puntuales e inconexas de la situación en décadas anteriores. Por consiguiente, nuestro estudio es uno de los más completos que se han realizado en nuestro país sobre la situación de la triquinelosis en la fauna silvestre, incluyendo varias especies de hospedadores, lo que ha permitido conocer con la mayor precisión posible, las principales características epidemiológicas del ciclo selvático de *Trichinella* spp. en el noroeste de España. De esta forma, nuestros resultados sirven de base para futuras investigaciones que, de forma más concreta y en zonas más restringidas, quieran realizarse con el fin de definir las particularidades epidemiológicas que presenta el ciclo de este agente zoonótico, sobre todo en lo referente a su ciclo selvático pero, también, al ciclo doméstico que posiblemente esté implantado en áreas donde es más frecuentes la interacción entre animales domésticos y fauna silvestre. Así, se podrán diseñar medidas de gestión sanitaria eficientes en aquellas zonas donde exista un mayor riesgo de aparición de casos de triquinelosis, no solo en fauna doméstica o silvestre, sino también en humanos. Los gestores cinegéticos y las administraciones públicas responsables de la gestión sanitaria en áreas rurales y periurbanas podrán servirse de esta información para, como decimos, establecer las medidas necesarias para monitorizar, prevenir y controlar la presencia de *Trichinella* en el ámbito territorial de su competencia.

En base a los resultados que hemos obtenido, podemos afirmar que, actualmente, *Trichinella* spp. es un agente parasitario con una baja prevalencia en el noroeste de España. Esto concuerda con el hecho de que en Galicia, desde hace más de tres décadas, no se ha registrado oficialmente ningún caso en ganado porcino, ya sea en animales procedentes de explotaciones industriales, granjas familiares o de matanzas domiciliarias; tampoco se han declarado brotes en personas desde 1996, debiendo destacar que este brote fue debido al consumo de carne de cerdo ibérico procedente de fuera de Galicia. En nuestra opinión, esta baja prevalencia se debe probablemente a una serie de factores, entre los cuales está un eficiente control sanitario en los mataderos, la regulación oficial de las matanzas domiciliarias, la intensificación del control de la carne (tanto de cerdos como de jabalíes), la recogida sistemática de cadáveres de las explotaciones ganaderas, la implementación de medidas de bioseguridad en las granjas porcinas (especialmente el control de roedores), la ausencia de explotaciones porcinas en montanera, así como la mejora en la organización de las actividad cinegética y de los centros de recuperación de fauna silvestre. En este sentido, una de las medidas legislativas que

posiblemente haya influido de manera más destacada en la presencia de *Trichinella* en Galicia, es la recogida obligatoria de los cadáveres de vacas como consecuencia de la aparición de la encefalopatía espongiforme bovina, lo que ha supuesto que, desde 2001, es preceptivo retirar los cadáveres de ganado vacuno de las explotaciones ganaderas y, a partir de 2004, es una medida ampliada a otras especies, entre ellas la porcina; con ello, la disponibilidad de cadáveres en el medio rural y, en general, en entornos naturales, se ha visto drásticamente reducida.

Podemos deducir que, en términos generales, las medidas actualmente implantadas han permitido que el ciclo doméstico de *Trichinella* spp. en Galicia esté actualmente controlado, aunque no podamos afirmar que ha desaparecido. Sin embargo, sí que podemos decir que el ciclo selvático permanece activo gracias al mantenimiento del parásito en distintas especies hospedadoras, entre las que destacan el lobo y el zorro por su importante papel epidemiológico como principales reservorios, y el jabalí que, a pesar de presentar una baja prevalencia, juega un importante papel en la transmisión del agente zoonótico a los humanos, fundamentalmente, mediante el consumo de carne y embutidos crudos.

En el ciclo selvático de la parasitosis en Galicia predomina claramente *T. britovi*, tanto por el número de animales parasitados (recordemos que su presencia se ha podido confirmar en 12 de los 15 ejemplares que fueron positivos a *Trichinella* spp.) como por la variedad de especies hospedadoras (jabalí, zorro y lobo). En el caso de *T. spiralis*, solo se aisló en 2 lobos (uno de los cuales presentaba, además, una parasitación mixta con *T. britovi*). Resulta llamativo el aislamiento de *T. spiralis* en lobos de ayuntamientos tan dispares como Vimianzo (A Coruña), comarca poco desarrollada cuyo principal motor económico es la agricultura y ganadería, y el de Silleda (Pontevedra), que es centro de una comarca rica donde existen desde hace muchas décadas una gran concentración de explotaciones de ganadería bovina y porcina fundamentalmente. La presencia de *T. spiralis* en Galicia, donde se está controlando el ciclo doméstico desde hace décadas, debe considerarse como un buen ejemplo de la persistencia de esta especie en entornos naturales donde se ha integrado en el ciclo selvático, en simpatria con la especie endémica (*T. britovi*); según varios investigadores, solo se mantiene este anidamiento cuando existe abundancia del hospedador, tal como ocurre con el lobo en Galicia (García-Sánchez, *et al*, 2009). Nuestra hipótesis es que, en Galicia, existe la tendencia a que *T. britovi* sea la especie predominante, con una paulatina desaparición de *T. spiralis*; no obstante, como decimos, esta hipótesis solo podrá demostrarse cuando se mantenga un estudio que monitorice, durante un periodo considerable de años, cuál es la evolución de la prevalencia de *T. britovi* y *T. spiralis* tanto en el ámbito doméstico como en el selvático del noroeste peninsular. Debemos mencionar, sin embargo, que la hipótesis que planteamos contrasta con lo observado por Gamito (2011) en Extremadura, donde la tendencia es un aumento en la presencia de *T. spiralis* a medida que avanzan los años en detrimento de *T. britovi* (este estudio incluye cerdos, jabalíes y carnívoros silvestres).

Si atendemos a la distribución territorial de los aislamientos de *Trichinella* en Galicia, debido al escaso número de animales positivos que se han detectado y a la dispersión de los ayuntamientos de procedencia, tanto en jabalíes como en zorros y lobos, no es posible concluir que haya un patrón epidemiológico característico de cada zona muestreada, ni que exista un área concreta que pueda ser calificada como endémica. No obstante, sí que se aprecia cierta tendencia a una mayor concentración de animales positivos a *Trichinella* spp. en la margen sur del río Sil (norte de la provincia de Ourense), lo que supone un mayor riesgo sanitario para las especies hospedadoras y para el propio ser humano; por ello, sería de gran interés intensificar el muestreo de animales silvestres y domésticos en esta zona, con el fin de monitorizar cuál es la evolución epidemiológica de este parásito, tanto desde un punto de vista geográfico como temporal.

Uno de los objetivos que se propusieron en nuestro estudio ha sido el de proponer cuál de todas las

especies de hospedador muestreadas es la más apropiada como centinela de la presencia de *Trichinella* spp. en el ámbito agroganadero y espacios naturales de Galicia. En principio, la especie escogida debe ser la que, de una forma más factible y eficaz, garantice una correcta monitorización de la distribución geográfica del parásito y su evolución en el tiempo. En nuestro trabajo, hemos comprobado que las especies de mayor interés para realizar el estudio de la prevalencia de la triquinelosis son el jabalí, el zorro y el lobo. Sin embargo, si tuviéramos que escoger una única especie, nos inclinaríamos por el zorro. En base a nuestros resultados, consideramos que el jabalí no es la especie indicada porque presenta una baja prevalencia, a pesar de que es el animal del que se han recogido mayor número de muestras; además, el estudio en esta especie supone un gran esfuerzo tanto económico como de horas de trabajo.

En el caso del lobo, si bien es cierto que ha sido la especie en la que se ha encontrado la mayor prevalencia de *Trichinella* spp., y en la que se han podido aislar *T. spiralis* y *T. britovi*, el inconveniente que tiene es que la disponibilidad de ejemplares está muy limitada en cuanto al número y la distribución geográfica. Sin embargo, en el caso del zorro, se trata de un hospedador que cuenta con una serie de ventajas que lo convierten en la especie centinela indicada para realizar estudios de prevalencia de *Trichinella* en el noroeste de la Península Ibérica. En concreto, el zorro tiene una población abundante que está muy homogéneamente repartida por toda la geografía gallega, ocupando incluso áreas periurbanas que, posiblemente, sean las de mayor interés para que las autoridades sanitarias implementen programas de monitorización de esta zoonosis. Otra ventaja que presenta el zorro es que es una especie cinegética de la que se pueden obtener anualmente muchos ejemplares, programando el muestreo adecuadamente y sin depender de la aleatoriedad que conlleva la obtención de otras especies cuya caza está más restringida (como es el caso del lobo) o prohibida (mustélidos autóctonos). Por otra parte, según la bibliografía consultada, las prevalencias que suelen hallarse en las poblaciones de zorro tienen, por lo general, valores intermedios entre las encontradas en el lobo y jabalí. Por todas estas razones, y al igual que otros autores (Airas *et al.*, 2010), consideramos que el zorro es un importante reservorio y, por ello, una especie idónea como indicador de la situación epidemiológica que tiene *Trichinella* spp. en su ciclo selvático.

Poco hemos podido averiguar del rol que pueden desempeñar otras especies de carnívoros y omnívoros silvestres autóctonos y alóctonos en Galicia, aunque en vista de los resultados del presente estudio (y siendo su tamaño muestral demasiado limitado en algunas especies), parece que su contribución al mantenimiento del ciclo selvático de la *Trichinella* spp. es mucho menos destacado que el del zorro, lobo y jabalí. No obstante, consideramos que es recomendable seguir analizando todos los cadáveres de mustélidos y prociónidos que se puedan obtener en el noroeste de la Península Ibérica, en colaboración con los CRFS. Es evidente que, en el caso de las especies protegidas (como la nutria y el tejón), la investigación debe prolongarse durante varios años, puesto que los animales muestreados cada año van a ser siempre animales atropellados o procedentes de CRFS y, por tanto, en escaso número. Sin embargo, en el caso del mapache y del visón americano, y desde la convicción pesimista de que no será fácil eliminar sus poblaciones y que, por el contrario, irán expandiéndose, creemos que son unas especies excelentes para realizar estudios epidemiológicos prospectivos de la triquinelosis en Galicia, puesto que se podrá disponer de un gran número de ejemplares cada año (sobre todo en el caso del visón americano). Dispondremos, por tanto, de hospedadores alóctonos distribuidos por una gran variedad de ecosistemas y con capacidad de integrarse en el ciclo selvático de *Trichinella* spp. Nos arriesgamos a decir que, si no se mantienen los programas de erradicación del mapache y del visón americano, crecerán sus poblaciones, se incrementará su área de distribución y, posiblemente, aumentará la importancia de estas especies como responsables del anidamiento y dispersión de la triquinelosis en el noroeste de la Península Ibérica.

El factor humano se ha descrito como uno de los mayores condicionantes de la distribución y

propagación de *Trichinella*, entre ellos las malas prácticas llevadas a cabo por los cazadores cuando dejan las carcasas abandonadas en el campo. Respecto a este punto conviene resaltar que los centros de recuperación recogen y destruyen higiénicamente desde hace años todos los cadáveres localizados, entre ellos los de lobos, lo que contribuye a reducir la biomasa del parásito en el medio natural. En este mismo sentido, durante las competiciones cinegéticas de zorro es obligatorio entregar en el puesto de la organización los animales abatidos que, después de la inspección veterinaria rutinaria, son recogidos por una empresa peletera y posteriormente incinerados. De esta manera, estas competiciones consiguen, por una parte, controlar el incremento de la población de zorros, evitando que se alcancen densidades altas de este hospedador, lo que posiblemente conllevaría un mayor riesgo de que el ciclo selvático se propagase, con mayores prevalencias e incluso con el riesgo de que surgieran áreas endémicas para este parásito. Y, por otro lado, la obligación que tienen los cazadores de retirar los cadáveres, evita que estos sean consumidos por otros carnívoros u omnívoros y, en consecuencia, se reduce el riesgo de propagación de *Trichinella* spp. Por todo ello, en nuestra opinión, las competiciones cinegéticas que se realizan desde hace más de una década pueden contribuir, a largo plazo, a que la prevalencia de este agente zoonótico no aumente en Galicia.

En el horizonte a corto y medio plazo, un nuevo factor que pudiera alterar la situación epidemiológica actual que presenta la triquinosis en Galicia está relacionado con el incremento de la cría de la raza autóctona de cerdo celta en explotaciones en semilibertad, con acceso parte del tiempo al exterior en fincas cerradas donde existe riesgo de contacto con jabalí o zorro, aunque el control sanitario de la carne para consumo humano está asegurado. Otro factor que, según varios autores, podría influir sobre la situación epidemiológica actual de la triquinosis sería el aumento demográfico de las poblaciones de los posibles hospedadores (jabalí, zorro y lobo, principalmente), ya que supondría un mayor consumo de carroñas y un incremento del riesgo canibalismo, especialmente en aquellas áreas geográficas y épocas con escasez de alimentos (Rossi *et al.*, 1992; Pozio *et al.*, 1996; Hurníková y Dubinský, 2007). Por lo tanto, es aconsejable monitorizar el tamaño y distribución de las poblaciones de zorro y jabalí, principalmente, y en menor medida del lobo, para evitar los posibles desequilibrios cuantitativos y territoriales.

Como se ha visto en otros países y zonas de Europa, donde la triquinosis en humanos, porcino y fauna silvestre permanecía en valores muy bajos y aparentemente controlada desde hacía décadas, como Alemania (Pannwitz *et al.*, 2010), en cualquier momento es posible la aparición de un brote en personas, con la implicación de explotaciones familiares de muy pequeñas dimensiones y especies sinantrópicas (rata u otros roedores), relacionado con el incremento en la prevalencia de *Trichinella* en jabalí y zorro (lobo no existe en este país). Este repunte podría ocurrir en nuestra comunidad autónoma porque las circunstancias son fácilmente extrapolables: pequeñas granjas familiares de autoconsumo; distribución muy fragmentada y variada del uso del suelo (en mosaico); y los límites de la explotación en contacto con terrenos no cultivados, zonas forestales o de monte bajo (terrenos ideales para refugiarse las especies silvestres hospedadoras).

A ello debemos sumar el riesgo que supone que, al tradicional autoconsumo familiar de carne de jabalí cazado, en los últimos años se ha incrementado la tendencia a elaborar embutidos crudos (con o sin mezcla de carne de cerdo). Y, por último, sin olvidar otro factor de riesgo: que los restos de carne cruda de jabalí sirvan para alimentar a cerdos, perros y gatos domésticos, o acaben en los basureros. Prácticamente, la única barrera de seguridad es la información y conciencia de analizar esta carne por parte del cazador-consumidor, normalmente en clínicas veterinarias que emplean técnicas diagnósticas de compresión, antes de su consumo sin que, por lo general, la implicación de las autoridades sanitarias resulte transcendental.

De cara al futuro, y en vista de los resultados de esta tesis doctoral, sería interesante:

- Continuar con la monitorización de las especies implicadas como principales reservorios (zorro y lobo), ya que con un menor esfuerzo económico y humano se obtiene un reflejo muy fiable de la situación del ciclo selvático.
- Completar en cantidad y diversidad el estudio en mustélidos (marta y garduña) y otras especies, para esclarecer el papel que juegan en el mantenimiento de la biomasa de *Trichinella* spp.
- Potenciar todavía más el control sanitario de la carne de jabalí, que desde hace décadas en Galicia supone el mayor riesgo zoonótico por el consumo de su carne no tratada adecuadamente, haciendo especial hincapié en el riesgo que conlleva el autoconsumo en el ámbito de los cazadores gallegos.
- Ampliar el estudio a carnívoros domésticos (perro y gato) y, muy especialmente, a los perros vagabundos y asilvestrados, ya que hemos comprobado directamente que pueden formar parte de la alimentación de zorros y lobos (encontrados en contenido estomacal estudiados).
- Estudiar el papel epidemiológico de las aves carnívoras o carroñeras (rapaces, córvidos, etc.), con especial atención de las aves migratorias, en el anidamiento natural de *Trichinella pseudospiralis*, especie que aún no ha sido detectada en los mamíferos ni aves de Galicia.





CONCLUSIONES





6. CONCLUSIONES

1. La baja prevalencia de *Trichinella* spp. en el jabalí, lobo y zorro de Galicia, así como las reducidas cargas parasitarias halladas en las muestras musculares, son indicativo de que la presencia del parásito tiene un carácter hipoendémico en el noroeste de la Península Ibérica.

2. *Trichinella britovi* es la especie más frecuentemente aislada y con mayor distribución geográfica en Galicia, como también se ha demostrado en hospedadores silvestres de otras zonas de la Península Ibérica. La presencia de *T. britovi* en los cánidos silvestres y en el jabalí es la constatación de que estas especies hospedadoras participan en el anidamiento del parásito y que, por tanto, el ciclo selvático está plenamente asentado en el medio natural de Galicia.

3. El hallazgo de *Trichinella spiralis* en el lobo, tanto de forma monoespecífica como en coinfección con *T. britovi*, demuestra que ha habido una interacción entre el ciclo doméstico y el ciclo silvestre del parásito en el noroeste peninsular, siendo el lobo, por su comportamiento superpredador, un claro ejemplo de que ambas especies pueden anidar en la población de carnívoros silvestres de Galicia.

4. La ausencia de *Trichinella* spp. en la nutria, el tejón, el visón americano y el mapache, aún teniendo en cuenta su limitado tamaño muestral, indica que la participación de los mustélidos y prociónidos en el ciclo selvático no tiene la importancia que la de otros carnívoros y omnívoros silvestres. Sin embargo, estos mesocarnívoros, ya sean autóctonos o alóctonos, deben ser tenidos en cuenta en futuras investigaciones epidemiológicas en el noroeste de la Península Ibérica, sobre todo en el caso del visón americano, puesto que es una especie invasora que está en expansión territorial y, por tanto, su presencia supone un factor de riesgo en el mantenimiento y dispersión de *Trichinella* spp.

5. Los resultados de nuestro estudio indican que el sexo del hospedador no es un factor de riesgo asociado a la presencia de *Trichinella* spp. Sin embargo, la prevalencia y la carga parasitaria se incrementan con la edad, por lo que este efecto acumulativo posiblemente confiera a los gerontes un destacado papel epidemiológico como reservorio en el ciclo del parásito.

6. A pesar de que el ciclo doméstico de *Trichinella* spp. está controlado desde hace años en Galicia, con ausencia de casos en personas y en el ganado porcino, nuestros resultados demuestran que el ciclo selvático del parásito persiste y que, por tanto, es conveniente mantener una vigilancia periódica en las poblaciones de los principales hospedadores silvestres de la región.

7. El hecho de que los tres jabalíes parasitados por *T. britovi* procedieran de la provincia de Ourense, podría corresponderse con un foco endémico, por lo que se debería intensificar la vigilancia epidemiológica en dicha provincia.

8. El zorro, debido a su ubicuidad, abundancia, amplia distribución geográfica, tipo de dieta y la facilidad con la que se puede programar su muestreo, reúne las condiciones apropiadas para ser la especie centinela de elección en los programas de vigilancia epidemiológica de *Trichinella* spp. en Galicia.

9. Puesto que se ha demostrado la presencia *Trichinella* spp. en la población de jabalíes de Galicia, y a pesar de la baja prevalencia que se ha obtenido, es necesario hacer especial hincapié en la necesidad de un control exhaustivo de la carne de jabalí, con el fin de proteger al consumidor e, indirectamente, a los perros y otros animales domésticos que pudieran consumir restos cárnicos de este ungulado silvestre.

10. La persistencia del ciclo selvático de *Trichinella* spp. en el noroeste de España demuestra que es recomendable acometer medidas de gestión, entre ellas la recogida de los cadáveres de las especies susceptibles de intervenir en el ciclo del parásito, lo que reducirá el consumo de carroña y, directamente, el mantenimiento en el entorno natural de la biomasa disponible de larvas de *Trichinella*.



BIBLIOGRAFÍA





7. BIBLIOGRAFÍA

- Abáigar, T. (1993). Régimen alimentario del jabalí (*Sus scrofa*, L. 1758) en el sureste ibérico. Doñana, *Acta Vertebrata*, 20(1), 35-48.
- Abrams, P. A. (2014). Why ratio dependence is (still) a bad model of predation. *Biological Reviews* 90(3), 794-814. <http://doi.org/10.1111/brv.12134>
- Abrams, P.A., & Ginzburg, L. (2000). The nature of predation: prey dependent, ratio dependent or neither? *Trends in Ecology & Evolution*, 15(8), 337-341.
- Acevedo, P., Escudero, M. A., Muñoz, R., & Gortázar, C. (2006). Factors affecting wild boar abundance across an environmental gradient in Spain. *Acta Theriologica*, 51(3), 327-336.
- Acevedo, P., González-Quirós, P., Prieto, J. M., Etherington, T. R., Gortázar, C., & Balseiro, A. (2014). Generalizing and transferring spatial models: A case study to predict Eurasian badger abundance in Atlantic Spain. *Ecological Modelling*, 275, 1-8.
- Acevedo, P., Vicente, J., Höfle, U., Cassinello, J., Ruiz-Fons, F., & Gortázar, C. (2007). Estimation of European wild boar relative abundance and aggregation: a novel method in epidemiological risk assessment. *Epidemiology and Infection*, 135(03), 519-527.
- Acha, P. N., & Szyfres, B. (2003). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales: *Parasitosis* (Vol. 3). Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C. 1977.
- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, Dirección General de Recursos Agrícolas y Ganaderos e Instituto de Salud Carlos III (2011). *Plan Nacional de Contingencia frente a Triquina: Protocolos de actuación tras la sospecha y/o identificación de triquina en animales domésticos y silvestres destinados al consumo humano o en personas* (actualización 4 de octubre 2011). http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/cadena_alimentaria/gestion_riesgos_biologicos/plan_contingencia_triquina.pdf
- Airas, N., Saari, S., Mikkonen, T., Virtala, A.-M., Pellikka, J., Oksanen, A., ... Sukura, A. (2010). Sylvatic *Trichinella* spp. infection in Finland. *The Journal of Parasitology*, 96(1), 67-76. <http://doi.org/10.1645/GE-2202.1>
- Akkoc, N., Kuruuzum, Z., Akar, S., Yuce, A., Onen, F., Yapar, N., ... & Pozio, E. (2009). A large-scale outbreak of trichinellosis caused by *Trichinella britovi* in Turkey. *Zoonoses and public health*, 56(2), 65-70.
- Alban, L., Pozio, E., Boes, J., Boireau, P., Boué, F., Claes, M., ... Zimmer, I. A. (2011). Towards a standardised surveillance for *Trichinella* in the European Union. *Preventive Veterinary Medicine*, 99(2-4), 148-160. <http://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.02.008>
- Almeida, D., Copp, G. H., Masson, L., Miranda, R., Murai, M., & Sayer, C. D. (2012). Changes in the diet of a recovering Eurasian otter population between the 1970s and 2010. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22(1), 26-35.
- Al-Sabi, M. N. S., Chriél, M., Jensen, T. H., & Enemark, H. L. (2013). Endoparasites of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and the red fox (*Vulpes vulpes*) in Denmark 2009-2012 - A comparative study. *International Journal for Parasitology. Parasites and Wildlife*, 2, 144-151. <http://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2013.04.001>

- Álvarez-Romero, J., & Medellín, R. A. (2005). *Sus Scrofa* (doméstica) Linnaeus, 1758. En: *Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales*. Instituto Nacional de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.
- Ancelle, T. (1998). History of trichinellosis outbreaks linked to horse meat consumption 1975-1998. Recuperado a partir de <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=120>
- Ancelle, T., Dupouy-Camet, J., Desenclos, J. C., Maillot, E., Savage-Houze, S., Charlet, F., ... Moren, A. (1998). A multifocal outbreak of trichinellosis linked to horse meat imported from North America to France in 1993. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 59(4), 615-619.
- Ansorge, H., Kluth, G., & Hahne, S. (2006). Feeding ecology of wolves *Canis lupus* returning to Germany. *Acta Theriologica*, 51(1), 99-106. <http://doi.org/10.1007/BF03192661>
- Antolová, D., Reiterová, K., & Dubinský, P. (2006). The role of wild boars (*Sus scrofa*) in circulation of trichinellosis, toxocarosis and ascariasis in the Slovak Republic. *Helminthologia*, 43(2), 92-97.
- Aoun, O., Lacour, S. A., Levieuge, A., Marié, J.-L., Vallée, I., & Davoust, B. (2012). Screening for *Trichinella britovi* infection in red fox (*Vulpes vulpes*) and wild boar (*Sus scrofa*) in southeastern France. *Journal of Wildlife Diseases*, 48(1), 223-225. <http://doi.org/10.7589/0090-3558-48.1.223>
- Ayres, C., & García, P. (2009). Abandoned clay mines: an opportunity for Eurasian otters in NW Spain. International Union For The Conservation of Nature. *Otter Specialist Group Bulletin*, 26(2), 67-72.
- Bagrade, G., Kirjušina, M., Vismanis, K., & Ozoliņš, J. (2009). Helminth parasites of the wolf *Canis lupus* from Latvia. *Journal of Helminthology*, 83(01), 63-68. <http://doi.org/10.1017/S0022149X08123860>
- Bălescu, A., Nemet, C., Zamfir, C., Ispas, D., & Idomir, M. (2013). Identifying risk factors for symptoms of severe trichinellosis a case study of 143 infected persons in Brasov, Romania 2001-2008. *Veterinary Parasitology*, 194(2-4), 142-144. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.01.041>
- Balicka-Ramisz, A., Grupiński, T., Ramisz, A., Pilarczyk, B., & Laurans, L. (2007). Prevalence of *Trichinella* spp. in red foxes and wild boars in the northwestern part of Poland. *DTW. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 114(9), 354-357.
- Ballari, S. A., & Barrios-García, M. N. (2014). A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. *Mammal Review*, 44(2), 124-134. <http://doi.org/10.1111/mam.12015>
- Baquadano, R., Peris, S. J., Pescador, M., & Sánchez, A. (2005). Mortalidad del jabalí (*Sus scrofa*) en carreteras de la provincia de Salamanca (NO de España):¿influencia de su comportamiento social? *Galemys*, 17(1), 13-23.
- Barja, I. (2009). Prey and prey-age preference by the Iberian wolf *Canis lupus signatus* in a multiple-prey ecosystem. *Wildlife Biology*, 15(2), 147-154. <http://doi.org/10.2981/07-096>
- Barja, I., De Miguel, F. J., & Bárcena, F. (2001). Distribución espacial de los excrementos de zorro rojo (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) en los Montes do Invernadeiro (Ourense). *Galemys*, 13, 171-178.

- Barja, I., De Miguel, F. J., & Bárcena, F. (2004). The importance of crossroads in faecal marking behaviour of the wolves (*Canis lupus*). *Naturwissenschaften*, 91(10), 489-492. <http://doi.org/10.1007/s00114-004-0557-1>
- Barona, J.; García-Román, L. (2007). *Presencia de mapache (Procyon lotor) en el Parque Regional del Sureste: distribución actual y abundancia relativa*. Resúmenes VIII Jornadas de la SECEM, Huelva. 15
- Bartuliene, A., Liausediene, R., & Motiejuniene, V. (2009). *Trichinellosis outbreak in Lithuania, Ukmerge region, June 2009*. Recuperado 31 de octubre de 2014, a partir de <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19336>
- Baubet, E., Touzeau, C., & Brandt, S. (1997). Les lombriciens dans le régime alimentaire du sanglier (*Sus scrofa* L.) en montagne. *Mammalia*, 61(3), 371-383.
- Beck, R., Beck, A., Kusak, J., Mihaljević, Z., Lucinger, S., Zivicnjak, T., ... Marinculić, A. (2009). Trichinellosis in wolves from Croatia. *Veterinary Parasitology*, 159(3-4), 308-311. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.068>
- Beck, R., Beck, A., Lucinger, S., Florijancić, T., Bosković, I., & Marinculić, A. (2009). *Trichinella pseudospiralis* in pig from Croatia. *Veterinary Parasitology*, 159(3-4), 304-307. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.067>
- Beiting, D. P., Park, P. W., & Appleton, J. A. (2006). Synthesis of syndecan-1 by skeletal muscle cells is an early response to infection with *Trichinella spiralis* but is not essential for nurse cell development. *Infection and Immunity*, 74(3), 1941-1943. <http://doi.org/10.1128/IAI.74.3.1941-1943.2006>
- Beltrán-Beck, B., García, F. J., & Gortázar, C. (2012). Raccoons in Europe: disease hazards due to the establishment of an invasive species. *European journal of wildlife research*, 58(1), 5-15.
- Bengis, R. G., Leighton, F. A., Fischer, J. R., Artois, M., Morner, T., & Tate, C. M. (2004). The role of wildlife in emerging and re-emerging zoonoses. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 23(2), 497-512.
- Bilska-Zajac, E., Różycki, M., Chmurzyńska, E., Marucci, G., Cencek, T., Karamon, J., & Bocian, L. (2013). *Trichinella* species circulating in wild boar (*Sus scrofa*) populations in Poland. *International Journal for Parasitology. Parasites and Wildlife*, 2, 211-213. <http://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2013.05.004>
- Birtsas, P., Sokos, C., & Exadactylos, S. (2012). Carnivores in burned and adjacent unburned areas in a Mediterranean ecosystem. *Mammalia*, 76 (4), 407-415.
- Blaa, R., Durand, B., Antoniu, S., Gherman, C., Cretu, C. M., Cozma, V., & Boireau, P. (2007). A dramatic increase in the incidence of human trichinellosis in Romania over the past 25 years: impact of political changes and regional food habits. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 76(5), 983-986.
- Blaa, R., Durand, B., Stoichici, A., Gherman, C., Stefan, N., Cozma, V., & Boireau, P. (2009). Animal *Trichinella* infection in Romania: geographical heterogeneity for the last 8 years. *Veterinary parasitology*, 159(3-4), 290-294. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.059>
- Blaa, R., Gherman, C., Cozma, V., Zocevic, A., Pozio, E., & Boireau, P. (2009). *Trichinella* species

- circulating among wild and domestic animals in Romania. *Veterinary parasitology*, 159(3-4), 218-221. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.034>
- Blaga, R., Gherman, C., Seucom, D., Cozma, V., & Boireau, P. (2008). First identification of *Trichinella* spp. in golden jackal (*Canis aureus*) in Romania. *Journal of Wildlife Diseases*, 44(2), 457-459.
- Blanco, A., Sánchez, O., Rubio, A., Elena, R., Gómez, V., & Graña, D. (2008). Autoecología de los castaños de Galicia (España). *Forest Systems*, 9(2), 337-362.
- Blanco, J. C. (2004). Lobo *Canis lupus*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Carrascal, L. M., Salvador, A. (eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org>
- Blanco, J. C., & Cortés, Y. (2002). Ecología, censos, percepción y evolución del lobo en España: análisis de un conflicto. *SECEM*, Málaga. Recuperado a partir de <http://lobomarley.org/wp-content/uploads/2013/04/percepcion-censos-lobo-peninsula.pdf>
- Blanco, J. C., Cuesta, L., & Reig, S. (1990). *El lobo en España: una visión global*. En J. C. Blanco, L. Cuesta y S. Reig (eds). *El lobo (Canis lupus) en España*. Pp.69-94 Colección Técnica, ICONA, Madrid.
- Blanco, J. C., Sáenz de Buruaga, M., & Llana, L. (2007). Lobo *Canis lupus* Linnaeus, 1758. En: Palomo, L. J., Gisbert, J., Blanco, J. C. (eds). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España (pp 272-276)*. Dirección General para la Biodiversidad. SECEM-SECEMU, Madrid.
- Blas, I. (2006). *Working in epidemiology*. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Disponible en la página web winepi. Net.
- Boadella, M., Barasona, J. A., Pozio, E., Montoro, V., Vicente, J., Gortazar, C., & Acevedo, P. (2012). Spatio-temporal trends and risk factors for *Trichinella* species infection in wild boar (*Sus scrofa*) populations of central Spain: a long-term study. *International Journal for Parasitology*, 42(8), 739-745. <http://doi.org/10.1016/j.ijpara.2012.05.003>
- Boireau, P., Vallée, I., Roman, T., Perret, C., Mingyuan, L., Gamble, H. R., & Gajadhar, A. (2000). *Trichinella* in horses: a low frequency infection with high human risk. *Veterinary Parasitology*, 93(3-4), 309-320.
- Bolas-Fernández, F. (2003). Biological variation in *Trichinella* species and genotypes. *Journal of Helminthology*, 77(2), 111-118. <http://doi.org/10.1079/JOH2003170>
- Bonesi, L., Chanin, P., Macdonald D. W. (2004). Competition between Eurasian otter *Lutra lutra* and American mink *Mustela vison* probed by niche shift. *Oikos*, 106: 19-26.
- Borza, C., Neghina, A. M., Dumitrascu, V., Tirnea, L., Calma, C. L., & Neghina, R. (2012). Epizootiology of trichinellosis in pigs and wild boars in Western Romania, 1998-2011. *Vector borne and zoonotic diseases*, 12(8), 712-713. <http://doi.org/10.1089/vbz.2011.0955>
- Bosch, J., Peris, S., Fonseca, C., Martínez, M., De La Torre, A., Iglesias, I., & Muñoz, M. J. (2012). Distribution, abundance and density of the wild boar on the Iberian Peninsula, based on the CORINE program and hunting statistics. *Folia Zool*, 61(2), 138-151.
- Boulos, L. M., Ibrahim, I. R., Said, D. E., & El-Zawawy, L. A. (2005). Congenital trichinellosis in

- experimentally infected mice. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 35(2), 433-445.
- Boutsini, S., Papatsiros, V. G., Stougiou, D., Marucci, G., Liandris, E., Athanasiou, L. V., ... Pozio, E. (2014). Emerging *Trichinella britovi* infections in free ranging pigs of Greece. *Veterinary Parasitology*, 199(3-4), 278-282. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.10.007>
- Bravo, C., Bueno, F. (1992). Nuevos datos sobre la distribución del visón americano (*Mustela vison* Schreber) en la España Central. *Ecología*, 6: 161-164.
- Bruschi, F. (2012). Trichinellosis in developing countries: is it neglected?. *Journal of infection in developing countries*, 6(3), 216-222.
- Bruschi, F., & Chiumiento, L. (2011). *Trichinella* inflammatory myopathy: host or parasite strategy?. *Parasites & Vectors*, 4, 42. <http://doi.org/10.1186/1756-3305-4-42>
- Bruschi, F., Dupouy-Camet, J., Kociecka, W., Pozio, E., & Bolas-Fernández, F. (2002). Opinion on the diagnosis and treatment of human trichinellosis. *Expert opinion on pharmacotherapy*, 3(8), 1117-1130. Recuperado de <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1517/14656566.3.8.1117>
- Bruschi, F., & Murrell, K. D. (2002). New aspects of human trichinellosis: the impact of new *Trichinella* species. *Postgraduate Medical Journal*, 78(915), 15-22. <http://doi.org/10.1136/pmj.78.915.15>
- Bružinskaitė-Schmidhalter, R., Šarkūnas, M., Malakauskas, A., Mathis, A., Torgerson, P. R., & Deplazes, P. (2012). Helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) and raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) in Lithuania. *Parasitology*, 139(1), 120-127. <http://doi.org/10.1017/S0031182011001715>
- Bueno, C. G., Gómez García, J. D., & López Alados, C. (2011). *Las perturbaciones de jabalí en los pastos alpinos del Pirineo Central: una aproximación multiescalar*. Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 191.
- Cabaj, W., Pozio, E., Moskwa, B., y Malczewski, A. (2000). *Trichinella britovi* y *T. spiralis* en zorro rojo (*Vulpes vulpes*) en Polonia. *Acta parasitológica*, 45 (4), 340 a 344.
- Cabaj, W. (2006). Wild and domestic animals as permanent *Trichinella* reservoir in Poland. *Wiadomości Parazytologiczne*, 52(3), 175-179.
- Cagnacci, F., Lovari, S., & Meriggi, A. (2003). Carrion dependence and food habits of the red fox in an Alpine area. *Italian Journal of Zoology*, 70(1), 31-38.
- Callejo, A. (1988). Le choix des proies par la loutre (*Lutra lutra*) dans le nord-ouest de l'Espagne, en rapport avec les facteurs de l'environnement. *Mammalia*, 52(1), 11-20.
- Campbell, W. C. (1983). *Trichinella and trichinosis*. New York: Springer.
- Camps Galobart, J. R., Vázquez, A., & Lalanda, J. (2004). *El zorro, pasión por su caza*. Barcelona: Carbrame-98.
- Capo, V., & Despommier, D. D. (1996). Clinical aspects of infection with *Trichinella* spp. *Clinical microbiology reviews*, 9(1), 47-54.

- Carpio, A. J., Guerrero-Casado, J., Tortosa, F. S., & Vicente, J. (2014). Predation of simulated red-legged partridge nests in big game estates from South Central Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 60(2), 391-394. <http://doi.org/10.1007/s10344-013-0786-8>
- Casas-Díaz, E., Peris, A., Serrano, E., Closa-Sebastià, F., Torrentó, J., Miño, À., ... Lavín, S. (2012). Estima de la densidad de una población de jabalí (*Sus scrofa*) mediante trampeo fotográfico: estudio piloto en Cataluña. *Galemys*, 23. Recuperado a partir de <http://secem.es/galemys/index.php/Galemys/article/view/14>
- Casulli, A., La Rosa, G., Amati, M., & Pozio, E. (2001). High prevalence of *Trichinella nativa* infection in wolf (*Canis lupus*) populations of Tvier and Smolensk regions of European Russia. *Parasite*, 8(2) 88-89.
- Ceballos-Escalera, J. M., Lara, J., Montoro, J., García-Román, L., Herrera, J., González, J., ... & Cuesta, R. (2013). *Gestión de la población de mapache (Procyon lotor L.) en la Comunidad de Madrid*. 6ª Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Recuperado de <http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos/article/viewFile/10523/10427>
- Centro Nacional de Epidemiología (2009). Resultados de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles. Informe anual 2007. Madrid. Recuperado a partir de <http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-servicios-cientifico-tecnicos/fd-vigilancias-alertas/fd-enfermedades/Informeannual2007.pdf>
- Centro Nacional de Epidemiología (2010). Resultados de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles. Informe anual 2008. Madrid. Recuperado a partir de <http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-servicios-cientifico-tecnicos/fd-vigilancias-alertas/fd-enfermedades/Informeannual2008.pdf>
- Centro Nacional de Epidemiología (2011). Madrid. Resultados de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles. Informe anual 2009. Madrid. Recuperado a partir de http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-servicios-cientifico-tecnicos/fd-vigilancias-alertas/fd-enfermedades/RENAVE_INFORME_ANUAL_2009.pdf
- Centro Nacional de Epidemiología (2012). Resultados de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles. Informe anual 2010. Madrid. Recuperado a partir de <http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=21/01/2013-9221d7165e>
- Centro Nacional de Epidemiología (2013) Resultados de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles. Informe anual 2011. Madrid. Recuperado a partir de <http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=14/11/2013-be6b0679b9>
- Centro Nacional de Epidemiología (2014) Resultados de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles. Informe anual 2012. Madrid. Recuperado a partir de <http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=21/01/2015-3962d0c4cd>
- Chmurzyńska, E., Różycki, M., Bilska-Zajac, E., Nöckler, K., Mayer-Scholl, A., Pozio, E., ... Karamon, J. (2013). *Trichinella nativa* in red foxes (*Vulpes vulpes*) of Germany and Poland: Possible different origins. *Veterinary Parasitology*, 198(1-2), 254-257. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.07.034>
- Clavero, M., Hermoso, V., Brotons, L., & Delibes, M. (2010). Natural, human and spatial constraints to

- expanding populations of otters in the Iberian Peninsula. *Journal of Biogeography*, 37(12), 2345-2357. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02377.x>
- Cole, R. A., & Shoop, W. L. (1987). Helminths of the raccoon (*Procyon lotor*) in western Kentucky. *The Journal of parasitology*, 73(4), 762-768.
- Colino-Rabanal, V. C., Bosch, J., Muñoz, M. J., & Peris, S. J. (2012). Influence of new irrigated croplands on wild boar (*Sus scrofa*) road kills in NW Spain. *Animal biodiversity and conservation*, 35(2), 247-252.
- Conlan, J. V., Vongxay, K., Khamlome, B., Gomez-Morales, M. A., Pozio, E., Blacksell, S. D., ... Thompson, R. C. A. (2014). Patterns and risks of *Trichinella* infection in humans and pigs in northern Laos. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(7), e3034. <http://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003034>
- Conroy, J. W., & Chanin, P. R. (2000). The status of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in Europe. A Review. *Journal International Otter Survival Fund*, 1, 7-28.
- Copp, G. H., & Roche, K. (2003). Range and diet of Eurasian otters *Lutra lutra* L. in the catchment of the River Lee (south-east England) since re-introduction. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(1), 65-76.
- Cordero del Campillo, M., Rojo Vázquez, F. A., Martínez Fernández, A. R., Acedo, S., Hernández Rodríguez, S., Navarrete López-Cózar, I., ... & Carvalho Varela, M. (1999). *Parasitología Veterinaria*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, SAU.
- Cordero del Campillo, M.; Castañón, L.; Reguera, A. (1994). *Índice-Catálogo de Zooparásitos Ibéricos* (2ª edición). Universidad de León.
- Cortés-Blanco, M., García-Cabañas, A., Guerra-Peguero, F., Ramos-Aceitero, J. M., Herrera-Guibert, D., & Martínez-Navarro, J.-F. (2002). Outbreak of trichinellosis in Cáceres, Spain, December 2001-February 2002. *Euro surveillance: bulletin européen sur les maladies transmissibles. European communicable disease bulletin*, 7(10), 136-138.
- Cosoroabă, I., & Orjanu, N. (1998). Congenital trichinellosis in the rat. *Veterinary Parasitology*, 77(2-3), 147-151.
- Criado-Fornelio, A., de Armas-Serra, C., Giménez-Pardo, C., Casado-Escribano, N., Jiménez-González, A., & Rodríguez-Caabeiro, F. (1992). Proteolytic enzymes from *Trichinella spiralis* larvae. *Veterinary Parasitology*, 45(1-2), 133-140.
- Criado-Fornelio, A., Gutierrez-García, L., Rodríguez-Caabeiro, F., Reus-García, E., Roldán-Soriano, M. A., & Díaz-Sánchez, M. A. (2000). A parasitological survey of wild red foxes (*Vulpes vulpes*) from the province of Guadalajara, Spain. *Veterinary Parasitology*, 92(4), 245-251.
- Cuartas, L. M., & Trujillo, L. M. (2009). Triquinelosis una zoonosis parasitaria. *Medicina Veterinaria y Zootécnica*, 4(2), 130-136.
- Cuesta, L., Barcena, F., Palacios, F., & Reig, S. (1991). The trophic ecology of the Iberian wolf (*Canis lupus signatus*, Cabrera 1907). A new analysis of stomach's data. *Mammalia*, 55(2), 239-254.
- Cui, J., & Wang, Z. Q. (2001). Outbreaks of human trichinellosis caused by consumption of dog meat in

- China. *Parasite*, 8(2), 74-77.
- Cui, J., Wang, Z. Q., & Xu, B. L. (2011). The epidemiology of human trichinellosis in China during 2004-2009. *Acta Tropica*, 118(1), 1-5. <http://doi.org/10.1016/j.actatropica.2011.02.005>
- Cvetkovic, J., Teodorovic, V., Marucci, G., Vasilev, D., Vasilev, S., Cirovic, D., & Sofronic-Milosavljevic, L. (2011). First report of *Trichinella britovi* in Serbia. *Acta Parasitologica*, 56(2), 232-235. <http://doi.org/10.2478/s11686-011-0022-1>
- Cvitković, A., Miletić-Medved, M., & Gjenero-Margan, I. (2007). An epidemic of trichinellosis in autumn 2004 in Slavonski Brod. *Acta medica Croatica: časopis Hrvatske akademije medicinskih znanosti*, 61(2), 215-218.
- Davidson, R. K., Gjerde, B., Vikøren, T., Lillehaug, A., & Handeland, K. (2006). Prevalence of *Trichinella* larvae and extra-intestinal nematodes in Norwegian red foxes (*Vulpes vulpes*). *Veterinary parasitology*, 136(3-4), 307-316. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.11.015>
- Davidson, R. K., Ørpetveit, I., Møller, L., & Kapel, C. M. O. (2009). Serological detection of anti-*Trichinella* antibodies in wild foxes and experimentally infected farmed foxes in Norway. *Veterinary Parasitology*, 163(1-2), 93-100. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.03.020>
- Davison, J., Huck, M., Delahay, R. J., & Roper, T. J. (2009). Restricted ranging behaviour in a high-density population of urban badgers. *Journal of Zoology*, 277(1), 45-53. <http://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2008.00509.x>
- de Blas, I. (2006). Win Epi: *Working in Epidemiology* (versión 2.0)[Software] Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, España. Consultado en línea: <http://www.winepi.net/sp/index.htm>.
- Decreto 297/2008, de 30 de diciembre de 2008, por el que se aprueba el *Plan de Gestión del Lobo en Galicia*, publicado en el DOG número 13, del 20 de enero de 2009
- Delahay, R. J., Davison, J., Poole, D. W., Matthews, A. J., Wilson, C. J., Heydon, M. J., & Roper, T. J. (2009). Managing conflict between humans and wildlife: trends in licensed operations to resolve problems with badgers *Meles meles* in England. *Mammal Review*, 39(1), 53-66. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2008.00135.x>
- Delibes, M., Amores, F. (1978). *On the distribution and status of the Spanish carnivores*. En: II International Theriological Congress. Brno, Checoslovaquia.
- Delibes-Mateos, M., Fernández de Simon, J., Villafuerte, R., & Ferreras, P. (2007). Feeding responses of the red fox (*Vulpes vulpes*) to different wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) densities: a regional approach. *European Journal of Wildlife Research*, 54(1), 71-78. <http://doi.org/10.1007/s10344-007-0111-5>
- Dell'Arte, G. L., Laaksonen, T., Norrdahl, K., & Korpimäki, E. (2007). Variation in the diet composition of a generalist predator, the red fox, in relation to season and density of main prey. *Acta ecologica*, 31(3), 276-281. <http://doi.org/10.1016/j.actao.2006.12.007>
- Despommier, D. D. (1975). Adaptive changes in muscle fibers infected with *Trichinella spiralis*. *The American Journal of Pathology*, 78(3), 477-496.

- Despommier, D. D. (1998). How Does *Trichinella spiralis* Make Itself at Home?. *Parasitology Today* (Personal Ed.), 14(8), 318-323.
- Despommier, D. D., Gwadz, R. W., Hotez, P. J & Knirsch, C.A. (2005). *Trichinella spiralis* (Railliet 1896). En *Parasitic Diseases* (5ª ed.) (pp. 135-142). Apple Trees Productions LLC NY. Recuperado a partir de http://www.trichinella.org/pdf/pdbook_trichinella.pdf
- Díaz, E. R., Marey, M.F., Vázquez, I., Álvarez, C.J., (2010), junio. *Análisis espacial de las colisiones de vehículos con animales silvestres en la red viaria de la provincia de Lugo (España)*. XIV International Congress on Project Engineering. Madrid, España. Recuperado a partir de http://ecoagrasoc.org/archivos/Madrid_2010.pdf
- Díaz, J. M., Aller, D., Martín, A., Barcia, B., & Pereira, S. (2007). Dos perspectivas sobre la cartografía de coberturas y usos del suelo en Galicia. *Revista Galega de Economía*, 16(1), Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39116104>
- Díaz, S.(2009). *Emprego da análise de compoñentes principais sobre os factores influíntes na densidade do raposo (Vulpes vulpes) en Galicia*. Trabajo de investigación tutelado para obtención del Diploma de Estudios Avanzados. Departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria de Lugo.Universidad de Santiago de Compostela.
- Díaz-Ruiz, F., Delibes-Mateos, M., García-Moreno, J. L., López-Martín, J.M., Ferreira, C., & Ferreras, P. (2013). Biogeographical patterns in the diet of an opportunistic predator: the red fox *Vulpes vulpes* in the Iberian Peninsula. *Mammal Review*, 43(1), 59-70. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2011.00206.x>
- Di Cerbo, A. R., Manfredi, M. T., Bregoli, M., Milone, N. F., & Cova, M. (2008). Wild carnivores as source of zoonotic helminths in north-eastern Italy. *Helminthologia*, 45(1), 13-19. <http://doi.org/10.2478/s11687-008-0002-7>
- Dick, T. A., Kingscote, B., Strickland, M. A., & Douglas, C. W. (1986). Sylvatic trichinosis in Ontario, Canada. *Journal of wildlife diseases*, 22(1), 42-47.
- Dick, T. A., & Silver, B. B. (1980). Intestinal distribution of *Trichinella spiralis* in rats. *The Journal of Parasitology*, 66(3), 474-477.
- Djordjevic, M., Bacic, M., Petricevic, M., Cuperlovic, K., Malakauskas, A., Kapel, C. M. O., & Murrell, K. D. (2003). Social, political, and economic factors responsible for the reemergence of trichinellosis in Serbia: a case study. *The Journal of Parasitology*, 89(2), 226-231. [http://doi.org/10.1645/0022-3395\(2003\)089\[0226:SPAEFR\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1645/0022-3395(2003)089[0226:SPAEFR]2.0.CO;2)
- Djordjevic, M., Cuperlovic, K., Savic, M., & Pavlovic, S. (2005). The need for implementation of International Commission on Trichinellosis recommendations, quality assurance standards, and proficiency sample programs in meat inspection for trichinellosis in Serbia. *Veterinary Parasitology*, 132(1-2), 185-188. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.05.053>
- Domínguez, J., Lamosa, A., Pardavila, Martínez-Freiria, F., Regos, A., Gil, A., & Vidal, M. (2012). *Atlas de los vertebrados terrestres reproductores en el Parque Natural Baixa Limia-Serra do Xurés y ZEPVN-LIC Baixa Limia*, 423.Recuperado a partir de http://www.researchgate.net/publication/237201982_Atlas_de_los_vertrebrados_terrestres_reproductores_en_el_

Parque_Natural_Baixa_Limia-Serra_do_Xurs_y_ZEPVN-LIC_Baixa_Limia

Dorny, P., Praet, N., Deckers, N., & Gabriel, S. (2009). Emerging food-borne parasites. *Veterinary parasitology*, 163(3), 196-206. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.05.026>

Dubinsky, P., Štefančíková, A., Kinčeková, J., Ondriska, F., Reiterova, K., y Medvedova, M. (2001). Triquinosis en la República Eslovaca. *Parasite*, 8, 100-S102.

Dunstone, N. (1993). *The mink*. Poyser Natural History, London, United Kingdom.

Dupouy-Camet, J., Kociecka, W., Bruschi, F., Bolas-Fernández, F., & Pozio, E. (2002). Opinion on the diagnosis and treatment of human trichinellosis. *Expert opinion on pharmacotherapy*, 3(8), 1117-1130. <http://doi.org/10.1517/14656566.3.8.1117>

Dupouy-Camet, J., Lecam, S., Talabani, H., & Ancelle, T. (2009). *Trichinellosis acquired in Senegal from warthog ham, March 2009*. *Eurosurveillance* 2009, 14(21). Recuperado 23 de abril de 2014, a partir de <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19220>

Dupouy-Camet, J., Murrell, K. D. (ed) (2007). *FAO/WHO/OIE Guidelines for the surveillance, management, prevention and control of trichinellosis*. Paris: World Organization for Animal Health Press. Recuperado a partir de http://www.trichinellosis.org/uploads/FAO-WHO-OIE_Guidelines.pdf

Dupouy-Camet, J., Talabani, H., & Ancelle, T. (2010). Trichinellosis. *La Revue du praticien*, 60(2), 159-164. Recuperado a partir de <http://europepmc.org/abstract/med/20225547>.

Econométrica Investigación Social S.L. (2009). *Estudio socioeconómico sobre a caza e o perfil do cazador en Galicia*. Observatorio Galego de Caza. Federación Galega de Caza. Recuperado a partir de <http://www.federaciongalegadecaza.com/Observatorio/Resumo.Estudio.Socioeconomico.pdf>

EFSA/ECDC. (2011). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2009; *EFSA Journal* 2011; 9(3):2090. 378pp. doi:10.2903/j.efsa.2011.2090.

EFSA/ECDC. (2012). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2010; *EFSA Journal* 2012; 10(3):2597. 442pp. doi:10.2903/j.efsa.2012.2597.

EFSA/ECDC. (2013). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2011; *EFSA Journal* 2013; 11(4):3129, 250 pp. doi:10.2903/j.efsa.2013.3129.

EFSA/ECDC. (2014). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2012; *EFSA Journal* 2014; 12(2):3547,312 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3547

EFSA/ECDC. (2015). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2013; *EFSA Journal* 2015; 13(1):3991, 162 pp. doi:10.2903/j.efsa.2015.3991.

Enemark, H. L., Bjørn, H., Henriksen, S. A., & Nielsen, B. (2000). Screening for infection of *Trichinella* in

- red fox (*Vulpes vulpes*) in Denmark. *Veterinary Parasitology*, 88(3-4), 229-237.
- Espadas, I. J., Sánchez-Zapata, J. A., Botella, F., & Eguia, S. (2010). Los carroñeros facultativos y la caza mayor: estrategia de aprovechamiento de carroña por el jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). *Galemys*, 22, 595–609. Recuperado a partir de <http://www.secem.es/wp-content/uploads/2013/03/Galemys-22-NE-36-Espadas-595-609.pdf>.
- Faber, M., Schink, S., Mayer-Scholl, A., Ziesch, C., Schönfelder, R., Wichmann-Schauer, H., ... & Nöckler, K. (2015). outbreak of trichinellosis due to wild boar meat and evaluation of the effectiveness of post exposure prophylaxis, Germany, 2013. *Clinical Infectious Diseases*, 60(12), 98-104.
- Federación Galega de Caza. (2012). A Federación Galega de Caza foi a Federación Autonómica de España con maior crecemento en número de cazadores federados entre os anos 2006-2011. Recuperado 11 de octubre de 2012, a partir de <http://www.federaciongalegadecaza.com/vernova/1061-a-federacion-galega-de-caza-foi-a-federacion-autonomica-con-maior-crecemento-de-federados-entre-os-anos-2006-e-2011>
- Federación Galega de Caza. (2011). Los accidentes de tráfico que causan los jabalíes en Galicia cuestan un millón de euros. Revista de prensa .Recuperado 11 de octubre de 2012, a partir de <http://www.federaciongalegadecaza.com/revistaprensa.php?accion=vernova&id=878>
- Fernández, J. M., & Ruiz de Azua, N. (2005). Dieta y solapamiento trófico primaveral del zorro rojo *Vulpes vulpes* y de *Martes* sp. En simpatria en Álava (norte de España). *Ecología*, (19), 167–181.
- Fernández-Aguilar, X.; Molina-Vacas, G.; Ramiro, V.; Alberto Carro, F.; Barasosa, J.A.; Vicente, J.; Gutiérrez, C. 2012. Presence of raccoon (*Procyon lotor*) in Doñana National Park and its surroundings. *Galemys*, 24, 76-79.
- Fernandez-de-Mera, I. G., Vicente, J., Gortazar, C., Höfle, U., & Fierro, Y. (2004). Efficacy of an in-feed preparation of ivermectin against helminths in the European wild boar. *Parasitology research*, 92(2), 133-136.
- Fernández-Llario, P. (2005). The sexual function of wallowing in male wild boar (*Sus scrofa*). *Journal of ethology*, 23(1), 9–14.
- Fernández-Llario, P. (2006). *Jabalí–Sus scrofa Linnaeus, 1758*. Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles Carrascal, LM, Salvador, A.(eds.), Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org>. Recuperado a partir de <http://vertebradosibericos.org/mamiferos/pdf/susscr.pdf>
- Fernandez-Llario, P., & Mateos-Quesada, P. (2005). Influence of rainfall on the breeding biology of Wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean ecosystem. *Folia Zoologica-Praha-*, 54(3), 240. Recuperado a partir de <http://fox.ivb.cz/folia/54/3/240-248.pdf>
- Ferreras, P., Mateo, A. & Villafuerte, R. (2010). Incidencia de la depredación sobre la perdiz roja (*Alectoris rufa*) en Navarra. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra y IREC-CSIC. Recuperado a partir de http://www.nafarroa.gob.es/NR/rdonlyres/6A77C806-7922-4E65-9D93-AD8572CC325C/177716/Informe_perdiz_depredacion_2010.pdf

- Fichi, G., Stefanelli, S., Pagani, A., Luchi, S., De Gennaro, M., Gómez-Morales, M. A., ... Pozio, E. (2014). Trichinellosis Outbreak Caused by Meat from a Wild Boar Hunted in an Italian Region Considered to be at Negligible Risk for *Trichinella*. *Zoonoses and Public Health*. <http://doi.org/10.1111/zph.12148>
- Fidalgo, L. E., González, M. A., Ramil, L. A., Díaz Vidal, S., & López, A. M. (2013). Accidentes de tráfico por atropello de animales: un problema actual y creciente. *Spanish Journal of Rural Development*, 4 (1), 55-62 Recuperado a partir de: <http://www.sjruraldevelopment.org/es/journal/290/accidentes-de-trafico-por-atropello-de-animales-un-problema-actual-y-creciente/>
- Fidalgo, L. E., López Beceiro, A. M., Rigueira, L., Espino, L., & Gonzalez, M. A. (2009). *O raposo en Galicia*. Observatorio Galego de Caza. Federación Galega de Caza. Recuperado a partir de http://scholar.google.es/scholar?q=o+raposo+en+Galicia&btnG=&hl=es&as_sdt=0.
- Fischer, C., Ferrari, N., & Weber, J. M. (2005). Exploitation of food resources by badgers (*Meles meles*) in the Swiss Jura Mountains. *Journal of Zoology*, 266(2), 121-131. <http://doi.org/10.1017/S0952836905006576>
- Fonseca-Salamanca, F., Nogal-Ruiz, J. J., García-Sánchez, R. N., Bolas-Fernández, F., Jiménez, S., Álamo, R., ... Martínez-Fernández, A. R. (2009). Prevalence of *Trichinella* spp. in North Spain wild fauna and new variety of *Trichinella britovi* identification. *Veterinary parasitology*, 159(3-4), 222-224. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.040>
- Forbes, L. B., Appleyard, G. D., & Gajadhar, A. A. (2004). Comparison of synthetic tyvelose antigen with excretory-secretory antigen for the detection of trichinellosis in swine using enzyme-linked immunosorbent assay. *The Journal of parasitology*, 90(4), 835-840. <http://doi.org/10.1645/GE-187R>
- Forbes, L. B., Parker, S., & Scandrett, W. B. (2003). Comparison of a modified digestion assay with trichinoscopy for the detection of *Trichinella* larvae in pork. *Journal of Food Protection*, 66(6), 1043-1046.
- Foster-Turley, P., Macdonald, S., & Mason, C. (1990). *Otters*. An action plan for their conservation. International Union For The Conservation of Nature/ Species Survival Commision. Recuperado a partir de <http://www.speciesconservation.org/grant-files/media-coverage/media-coverage-1304.pdf>
- Fourestie, V., Douceron, H., Brugieres, P., Ancelle, T., Lejonc, J. L., & Gherardi, R. K. (1993). Neurotrichinosis. A cerebrovascular disease associated with myocardial injury and hypereosinophilia. *Journal of neurology*, 116 (Pt 3), 603-616.
- Franssen, F.F., Deksne, G., Esíte, Z., Havelaar, A., Swart, A., & Van der Giessen, J. W. (2014). Trend analysis of *Trichinella* in a red fox population from a low endemic area using a validated artificial digestion and sequential sieving technique. *Veterinary Research*, 45(1). <http://doi.org/10.1186/s13567-014-0120-9>
- Franssen, F. F., Fonville, M., Takumi, K., Vallée, I., Grasset, A., Koedam, M. A., ... Van der Giessen, J. W. (2011). Antibody response against *Trichinella spiralis* in experimentally infected rats is dose dependent. *Veterinary Research*, 42(1), 113. <http://doi.org/10.1186/1297-9716-42-113>
- Frey, C. F., Schuppers, M. E., Eidam, V., Boujon, P., Waldvogel, A., & Gottstein, B. (2009). Occurrence of *Trichinella* spp. in wild boar in Switzerland. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 151(10), 485-489.

<http://doi.org/10.1024/0036-7281.151.10.485>

- Frey, C. F., Schuppers, M. E., Müller, N., Ryser-Degiorgis, M. P., & Gottstein, B. (2009). Assessment of the prevalence of *Trichinella* spp. in red foxes and Eurasian lynxes from Switzerland. *Veterinary Parasitology*, 159(3-4), 295-299. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.060>
- Gaillard, T., Martinaud, C., Kérébel, S., Cellarier, G., Muzellec, Y., & Brisou, P. (2007). About two cases of trichinellosis caused by *Trichinella britovi*. *Annales de biologie clinique*, 65(3), 308-312.
- Gallardo, M. T., Mateos, L., Artieda, J., Wesslen, L., Ruiz, C., García, M., & Galmés-Truyols. (2007). Outbreak of trichinellosis in Spain and Sweden due to consumption of wild boar meat contaminated with *Trichinella britovi*. *Euro Surveillance* 12(11). Recuperado 28 de octubre de 2014, a partir de <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=3154>
- Gamble, H. R., Bessonov, A. S., Cuperlovic, K., Gajadhar, A. A., Van Knapen, F., Noeckler, K., ... Zhu, X. (2000). International Commission on Trichinellosis: recommendations on methods for the control of *Trichinella* in domestic and wild animals intended for human consumption. *Veterinary parasitology*, 93(3-4), 393-408.
- Gamble, H. R., Pozio, E., Bruschi, F., Nöckler, K., Kapel, C. M., & Gajadhar, A. A. (2004). International Commission on Trichinellosis: recommendations on the use of serological tests for the detection of *Trichinella* infection in animals and man. *Parasite*, 11(1), 3-13.
- Gamble, H. R., Pyburn, D., Anderson, L. A., & Miller, L. E. (2001). Verification of good production practices that reduce the risk of exposure of pigs to *Trichinella*. *Parasite*, 8(2), 233-235.
- Gamito-Santos, J. A. (2011). *Estudio integral de la trichinellosis silvestre en Extremadura* (Tesis Doctoral). Universidad de Extremadura. Cáceres.
- Gamito-Santos, J. A., Gómez, L., Calero-Bernal, R., Rol-Díaz, J. A., González-Ruibal, L., Gómez-Blázquez, M., & Pérez-Martín, J. E. (2009). Histopathology of trichinellosis in wild boar. *Veterinary Parasitology*, 165(1-2), 165-169. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.06.038>
- García, J. L. (1993). *El jabalí y su caza: hábitat, distribución, costumbres, desarrollo, comportamiento, celo y alimentación: modalidades de caza*. Barcelona: Hispano Europea. Recuperado a partir de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=225037>
- García, F.J.; González, J.L.; Aramburu, M.J.; Pliego, B.; Prieto, B.; Prada, C. (2007). *Gestión de poblaciones de mapaches (Procyon lotor) en la Comunidad Autónoma de Madrid*. Resúmenes VIII Jornadas de la SECEN, Huelva. Pp. 7
- García-Sánchez, R. N., Nogal-Ruiz, J. J., Manzano-Lorenzo, R., Díaz, J. M. A., López, G. P., Ruano, F. J. S., ... Martínez-Fernández, A. R. (2009). Trichinellosis survey in the wild boar from the Toledo mountains in south-western Spain (2007-2008): molecular characterization of *Trichinella* isolates by ISSR-PCR. *Journal of Helminthology*, 83(2), 117-120. Recuperado a partir de : <http://doi.org/10.1017/S0022149X09349469>.
- Gari-Toussaint, M., Tieulié, N., Baldin, J., Dupouy-Camet, J., Delaunay, P., Fuzibet, J. G., ... Marty, P. (2005a). Human trichinellosis due to *Trichinella britovi* in southern France after consumption of frozen wild boar meat. *Euro surveillance: bulletin européen sur les maladies transmissibles*, 10(6), 117-118. <http://www.eurosurveillance.eu/>

images/dynamic/EQ/v05n02/v05n02.pdf#page=47

- Gawor, J. (2013). *Trichinella pseudospiralis* - new species of *Trichinella* in sylvatic cycle in Poland. Does the treat of trichinellosis in humans increase? *Życie Weterynaryjne*, 88(12). Recuperado a partir de <http://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-b4abd80d-0e13-4710-a00b-caf036018ec2/c/ZW-2013-12-09.pdf>
- Georgieva, D. A., Koinarski, V. T., Ivanov, A. I., Prelesov, P. N., & Kirkova, Z. T. (2000). Role of wild carnivores in the epizootology and epidemiology of trichinellosis. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 3(4), 199-204.
- Gerrikagoitia, X. (2010). *Los carnívoros silvestres como reservorios de enfermedades de interés en sanidad animal y salud pública*. (Tesis Doctoral). Universidad del País Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- Gervasi, V., Nilsen, E. B., Odden, J., Bouyer, Y., & Linnell, J. D. C. (2014). The spatio-temporal distribution of wild and domestic ungulates modulates lynx kill rates in a multi-use landscape. *Journal of Zoology*, 292(3), 175-183. <http://doi.org/10.1111/jzo.12088>
- Gervasi, V., Nilsen, E. B., Sand, H., Panzacchi, M., Rauset, G. R., Pedersen, H. C., ... Linnell, J. D. (2012). Predicting the potential demographic impact of predators on their prey: a comparative analysis of two carnivore–ungulate systems in Scandinavia. *Journal of Animal Ecology*, 81(2), 443-454.
- Giménez-Anaya, A., Herrero, J., Rosell, C., Couto, S., & García-Serrano, A. (2008). Food habits of wild boars (*Sus scrofa*) in a Mediterranean coastal wetland. *Wetlands*, 28(1), 197-203.
- Gipson, P. S., Ballard, W. B., Nowak, R. M., & Mech, L. D. (2000). Accuracy and precision of estimating age of gray wolves by tooth wear 64(3), 752-758. *The Journal of Wildlife Management*, 752-758.
- Giraudoux, P., Romig, T., & Eckert, J. (2001). Age determination of foxes. WHO/OIE manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern. *World Organization for Animal Health*, París, 191-194.
- Glatz, K., Danko, J., Tombácz, Z., Bányai, T., Szilágyi, A., & Kucsera, I. (2012). An outbreak of trichinellosis in Hungary. *Acta microbiologica et immunologica Hungarica*, 59(2), 225-238. <http://doi.org/10.1556/AMicr.59.2012.2.7>
- Gómez, B., Cerrada, E., Bouzas, E., López, C., & Voces, D. (2005). Fiebre, edema palpebral y eosinofilia: a propósito de un caso. *Formación Médica Continuada Atención Primaria*, 12(9). Recuperado a partir de <http://www.elsevier.es/sites/default/files/elsevier/pdf/45/45v12n09a13080908pdf001.pdf>
- Gómez-Morales, M. A., Ludovisi, A., Amati, M., Bandino, E., Capelli, G., Corrias, F., ... Pozio, E. (2014). Indirect versus direct detection methods of *Trichinella* spp. infection in wild boar (*Sus scrofa*). *Parasites & Vectors*, 7(1), 171. <http://doi.org/10.1186/1756-3305-7-171>
- Gortázar, C. (1997). Ecología y patología del zorro (*Vulpes vulpes*, L.) en el valle medio del Ebro. *Galemys*, 1998, 10(1). Recuperado a partir de <http://www.secem.es/wp-content/uploads/2013/03/G-10-1-Gort%C3%A1zar-32-36.pdf>
- Gortázar, C., Ferroglio, E., Höfle, U., Frölich, K., & Vicente, J. (2007). Diseases shared between wildlife and livestock: a European perspective. *European Journal of Wildlife Research*, 53(4), 241-256.

- Gortázar, C., Villafuerte, R., Lucientes, J., & Fernández-de-Luco, D. (1998). Habitat related differences in helminth parasites of red foxes in the Ebro valley. *Veterinary Parasitology*, 80(1), 75-81.
- Goszczyński, J., Jedrzejewska, B., & Jedrzejewski, W. (2000). Diet composition of badgers (*Meles meles*) in a pristine forest and rural habitats of Poland compared to other European populations. *Journal of Zoology*, 250(4), 495-505. <http://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2000.tb00792.x>
- Gottstein, B., Pozio, E., Connolly, B., Gamble, HR, Eckert, J., y Jakob, HP (1997). Investigación epidemiológica de triquinosis en Suiza. *Parasitología veterinaria*, 72(2), 201-207.
- Gottstein, B., Pozio, E., & Nöckler, K. (2009). Epidemiology, diagnosis, treatment, and control of trichinellosis. *Clinical Microbiology Reviews*, 22(1), 127-145. <http://doi.org/10.1128/CMR.00026-08>.
- Griffin, J. N., Byrnes, J. E. K., & Cardinale, B. J. (2013). Effects of predator richness on prey suppression: a meta-analysis. *Ecology*, 94(10), 2180-2187. <http://doi.org/10.1890/13-0179.1>.
- Harris, S. (1978). Age determination in the red fox (*Vulpes vulpes*)—an evaluation of technique efficiency as applied to a sample of suburban foxes. *Journal of Zoology*, 184(1), 91-117.
- Harris, S. (1977). Distribution, habitat utilization and age structure of a suburban fox (*Vulpes vulpes*) population. *Mammal Review*, 7(1), 25-38.
- Hernández, Á. (2005). Topos en la dieta de zorros rojos en el noroeste de España. *Galemys*, 17(1), 87-90.
- Herráez, J., Leon, L. A., Lanusse, C., Cortés, M., & García, A. (2003). Outbreak of trichinellosis in the region of la Vera (Cáceres, Spain) caused by *Trichinella britovi*. *Anales de medicina interna* (Madrid, Spain: 1984), 20(2), 63-66. Recuperado a partir de <http://europepmc.org/abstract/med/12703156>
- Herrera, A., Domingo, M., Martín, M. R., Díez, N., Alcántara, J. A., & Alonso, C. (2012). *Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición en relación con el riesgo de triquinosis por consumo de carne de lechón*. (AESAN, 2012-001). Recuperado a partir de http://www.saveva.com/domamAcsa/pub/acsa/html/ca/dir2949/triquina_lechones.pdf
- Herrero, J. (2003). *Adaptación funcional del jabalí Sus scrofa L. a un ecosistema forestal ya un sistema agrario intensivo en Aragón*, 41. Zaragoza: Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Recuperado a partir de <http://en.scientificcommons.org/31513868>
- Herrero, J., García-Serrano, A., Couto, S., Ortuño, V. M., & García-González, R. (2006). Diet of wild boar *Sus scrofa* L. and crop damage in an intensive agroecosystem. *European Journal of Wildlife Research*, 52(4), 245-250. <http://doi.org/10.1007/s10344-006-0045-3>
- Herrero, J., Irizar, I., Laskurain, N. A., García-Serrano, A., & García-González, R. (2005). Fruits and roots: wild boar foods during the cold season in the southwestern Pyrenees. *Italian Journal of Zoology*, 72(1), 49-52.
- Hill, D. E., Pierce, V., Murrell, K.D., Ratliffe, N., Rupp, B., Fournet, V. M., ... Dulin, M. (2010). Cessation of *Trichinella spiralis* transmission among scavenging mammals after the removal of infected pigs from a poorly managed farm: implications for trichinae transmission in the US. *Zoonoses and public health*, 57(7-8), e116-123. <http://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2009.01296.x>

- Hill, D. E., Samuel, M. D., Nolden, C. A., Sundar, N., Zarlenga, D. S., & Dubey, J. P. (2008). *Trichinella murrelli* in scavenging mammals from south-central Wisconsin, USA. *Journal of wildlife diseases*, 44(3), 629-635.
- Hoberg, E. P., Aubry, K. B., & Brittell, J. D. (1990). Helminth parasitism in martens (*Martes americana*) and ermines (*Mustela erminea*) from Washington, with comments on the distribution of *Trichinella spiralis*. *Journal of Wildlife Diseases*, 26(4), 447-452.
- Houzé, S., Ancelle, T., Matra, R., Boceno, C., Carlier, Y., Gajadhar, A. A., & Dupouy-Camet, J. (2009). Rapid communications Trichinellosis acquired in Nunavut, Canada in september 2009: Meat from grizzly bear suspected. *Eurosurveillance* 14(44). Recuperado a partir de <http://www.eurosurveillance.org/images/dynamic/ee/v14n44/art19383.pdf>
- Hurníková, Z., Chovancová, B., Bartková, D., & Dubinský, P. (2007). The role of wild carnivores in the maintenance of trichinellosis in the Tatras National Park, Slovakia. *Helminthologia*, 44(1), 18-20. <http://doi.org/10.2478/s11687-006-0050-9>
- Hurníková, Z., & Dubinský, P. (2009). Long-term survey on *Trichinella* prevalence in wildlife of Slovakia. *Veterinary parasitology*, 159(3-4), 276-280. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.056>
- Hurníková, Z., Hřčková, G., Ågren, E., Komorová, P., Forsman, J., Chovancová, B., ... Letková, V. (2014). First finding of *Trichinella pseudospiralis* in two tawny owls (*Strix aluco*) from Sweden. *Helminthologia*, 51(3), 190-197. <http://doi.org/10.2478/s11687-014-0228-5>
- Hurníková, Z., Miterpáková, M., & Chovancová, B. (2009b). The important zoonoses in the protected areas of the Tatra National Park (TANAP). *Wiadomości parazytologiczne*, 55(4), 395-398.
- ICT. *Recommendations for Control Spanish*. (2006). Recuperado a partir de http://www.trichinellosis.org/uploads/ICT_Recommendations_for_Control_Spanish.pdf
- Instituto Galego de Estatística. (2012). *Datos estadísticos básicos de Galicia 2012*. Consellería de Facenda. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela. Recuperado a partir de http://www.ige.eu/estatico/pdfs/s3/publicaciones/datos_estadisticos_basicos_Galicia_2012.pdf
- Instituto Nacional de Estadística (2014). *Anuario Estadístico de España 2014*. Recuperado a partir de http://www.ine.es/prodyser/pubweb/anuario14/anu14_02demog.pdf
- Interisano, M., Marucci, G., Gómez-Morales, M. A., Glawischnig, W., Claes, M., Kärssin, A., ... Pozio, E. (2013). Validation of a látex agglutination test for the detection of *Trichinella* infections in pigs. *Veterinary Parasitology*, 194(2-4), 121-124. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.01.035>
- Jansen, A., Schöneberg, I., Stark, K., & Nöckler, K. (2008). Epidemiology of trichinellosis in Germany, 1996-2006. *Vector borne and zoonotic diseases* 8(2), 189-196. <http://doi.org/10.1089/vbz.2007.0183>
- Jarnemo, A., & Liberg, O. (2005). Red fox removal and roe deer fawn survival-a 14-year study. *Journal of Wildlife Management*, 69(3), 1090-1098.
- Jasmer, D. P., Bohnet, S., & Prieur, D. J. (1991). *Trichinella* spp.: differential expression of acid phosphatase and myofibrillar proteins in infected muscle cells. *Experimental Parasitology*, 72(3), 321-331.

- Jędrzejewski, W., Jędrzejewska, B., Okarma, H., Schmidt, K., Zub, K., & Musiani, M. (2000). Prey selection and predation by wolves in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Journal of Mammalogy*, 81(1), 197–212.
- Jofra, M., Citlalic, A., Calaf, M. (2011). *Estudio sobre modelos de gestión de residuos en entornos rurales aislados*. Informe 15 de abril de 2011 para Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Barcelona: *Ent, environment and management*. Recuperado de http://www.magrama.gob.es/imagenes/es/Gestion%20de%20residuos%20en%20entornos%20rurales%20vfinal%20revisada%20150411_tcm7-183008.pdf
- Kabinová, K., Hurníková, Z., & Goldová, M. (2011). Prevalence of Trichinellosis in domestic and free-living animals. *The Scientific Journal of the UVMP*, 55(2) 27-29. Recuperado a partir de <http://www.uvlf.sk/sites/default/files/folia-veterinaria/folia-veterinaria-2-2011.pdf>
- Kapel, C. M. (2005). Changes in the EU legislation on *Trichinella* inspection--new challenges in the epidemiology. *Veterinary parasitology*, 132(1-2), 189-194. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.05.055>
- Kapel, C. M. (2000). Host diversity and biological characteristics of the *Trichinella* genotypes and their effect on transmission. *Veterinary parasitology*, 93(3-4), 263-278.
- Kapel, C. M. (2001). Sylvatic and domestic *Trichinella* spp. in wild boars; infectivity, muscle larvae distribution, and antibody response. *The Journal of Parasitology*, 87(2), 309-314. [http://doi.org/10.1645/0022-3395\(2001\)087\[0309:SADTSI\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1645/0022-3395(2001)087[0309:SADTSI]2.0.CO;2)
- Kapel, C. M., Henriksen, S. A., Berg, T. B., & Nansen, P. (1995). *Trichinella* infections in arctic foxes from Greenland: studies and reflections on predilection sites of muscle larvae. *Journal of Helminthology*, 69(04), 325–330.
- Kapel, C.M., Henriksen, S., Dietz, H. H., Henriksen, P., & Nansen, P. (1993). A study on the predilection sites of *Trichinella spiralis* muscle larvae in experimentally infected foxes (*Alopex lagopus*, *Vulpes vulpes*). *Acta Veterinaria Scandinavica*, 35(2), 125–132.
- Kapel, C. M., Webster, P., Lind, P., Pozio, E., Henriksen, S. A., Murrell, K. D., & Nansen, P. (1998). *Trichinella spiralis*, *T. britovi*, and *T. nativa*: infectivity, larval distribution in muscle, and antibody response after experimental infection of pigs. *Parasitology research*, 84(4), 264-271.
- Kapel, C. M., Webster, P., & Gamble, H. R. (2005). Muscle distribution of sylvatic and domestic *Trichinella* larvae in production animals and wildlife. *Veterinary parasitology*, 132(1-2), 101-105. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.05.036>
- Keuling, O., Stier, N., & Roth, M. (2008). How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L.?. *European Journal of Wildlife Research*, 54(4), 729–737.
- Kirjušina, M., Dekšne, G., Marucci, G., Bakasejevs, E., Jahundoviča, I., Daukšte, A., ... & Pozio, E. (2015). A 38-year study on *Trichinella* spp. in wild boar (*Sus scrofa*) of Latvia shows a stable incidence with an increased parasite biomass in the last decade. *Parasites & vectors*, 8(1), 1-8.
- Kobayashi, T., Kanai, Y., Ono, Y., Matoba, Y., Suzuki, K., Okamoto, M., ... & Asakawa, M. (2007). Epidemiology, histopathology, and muscle distribution of *Trichinella* T9 in feral raccoons (*Procyon lotor*) and wildlife of Japan. *Parasitology research*, 100(6), 1287-1291.

- Kociecka, W. (2000). Trichinellosis: human disease, diagnosis and treatment. *Veterinary parasitology*, 93(3-4), 365-383.
- Kołodziej-Sobocińska, M., Dvornoznakova, E., Dziemian, E., & Machnicka-Rowińska, B. (2007). *Trichinella spiralis* reinfection: macrophage activity in BALB/c mice. *Parasitology research*, 101(3), 629-637.
- Koval', A. A., Pankratov, S. M., Dzhiganskaia, L. V., Sosnovskaia, E. I., Dudnik, N. N., & Sanzharovskaia, L. I. (2008). Trichinosis in the Kherson Region. *Meditzinskaia parazitologiya i parazitarnye bolezni*, (2), 15-17.
- Kowalczyk, R., Zalewski, A., Jedrzejewska, B., & Jedrzejewski, W. (2003). Spatial organization and demography of badgers (*Meles meles*) in Białowieża Primeval Forest, Poland, and the influence of earthworms on badger densities in Europe. *Canadian Journal of Zoology*, 81(1), 74-87. <http://doi.org/10.1139/z02-233>
- Krivokapich, S. J., Pozio, E., Gatti, G. M., Gonzalez Prous, C. L., Ribicich, M., Marucci, G., ... Confalonieri, V. (2012). *Trichinella patagoniensis* n. sp. (Nematoda), a new encapsulated species infecting carnivorous mammals in South America. *International journal for parasitology*, 42(10), 903-910. <http://doi.org/10.1016/j.ijpara.2012.07.009>
- Kurdova-Mintcheva, R., Jordanova, D., & Ivanova, M. (2009). Human trichinellosis in Bulgaria epidemiological situation and trends. *Veterinary Parasitology*, 159(3-4), 316-319. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.070>
- Lahuerta, A., Westrell, T., Takkinen, J., Boelaert, F., Rizzi, V., Helwich, B., ... Makela, P. (2011). Zoonoses in the European Union: origin, distribution and dynamics the EFSA-ECDC summary report 2009. *Euro Surveillance: Bulletin Européen Sur Les Maladies Transmissibles*, 16(13). Recuperado a partir de <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19832>.
- Lagos Abarzuza, L. (2013). Ecología del lobo (*Canis lupus*), del poni salvaje (*Equus ferus atlanticus*) y del ganado vacuno semiextensivo (*Bos taurus*) en Galicia: interacciones depredador – presa. (Tesis doctoral). Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. Recuperado 13 de diciembre de 2014, a partir de <http://minerva.usc.es/handle/10347/8639>
- La Rosa, G., Marucci, G., & Pozio, E. (2003). Biochemical analysis of encapsulated and non-encapsulated species of *Trichinella* (Nematoda, Trichinellidae) from cold- and warm-blooded animals reveals a high genetic divergence in the genus. *Parasitology Research*, 91(6), 462-466. <http://doi.org/10.1007/s00436-003-0981-8>
- Larson, G., Dobney, K., Albarella, U., Fang, M., Matisoo-Smith, E., Robins, J., ... Cooper, A. (2005). Worldwide phylogeography of wild boar reveals multiple centers of pig domestication. *Science*, 307(5715), 1618-1621. <http://doi.org/10.1126/science.1106927>
- Larter, N. C., Forbes, L. B., Elkin, B. T., & Allaire, D. G. (2011). Prevalence of *Trichinella* spp. in black bears, grizzly bears, and wolves in the Dehcho Region, Northwest Territories, Canada, including the first report of *T. nativa* in a grizzly bear from Canada. *Journal of Wildlife Diseases*, 47(3), 745-749. <http://doi.org/10.7589/0090-3558-47.3.745>
- Lassing H., Prosl H., Hinterdorfer F. 1998. Los parásitos del zorro rojo (*Vulpes vulpes*) en Estiria. *Wiener Tierärztlichen Monatsschrift*, 85, 116-122.

- Learmount, J., Boughtflower, V., Allanson, P. C., Hartley, K. M., Gutierrez, A. B., Stephens, N. A., ... & Smith, G. C. (2015). First report of *Trichinella pseudospiralis* in a red fox in mainland Britain. *Veterinary parasitology*, 208(3), 259-262.
- Leckie, F. M., Thirgood, S. J., May, R., & Redpath, S. M. (1998). Variation in the diet of red foxes on Scottish moorland in relation to prey abundance. *Ecography*, 21(6), 599-604. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1998.tb00552.x>
- Lee, K. M., & Ko, R. C. (2006). Cell-mediated response at the muscle phase of *Trichinella pseudospiralis* and *Trichinella spiralis* infections. *Parasitology Research*, 99(1), 70-77. <http://doi.org/10.1007/s00436-005-0101-z>
- Leiby, D. A., Duffy, C. H., Murrell, K. D., & Schad, G. A. (1990). *Trichinella spiralis* in an agricultural ecosystem: transmission in the rat population. *The Journal of parasitology*, 76(3), 360-364.
- Liciardi, M., Marucci, G., Addis, G., Ludovisi, A., Gomez Morales, M. A., Deiana, B., ... Pozio, E. (2009a). *Trichinella britovi* and *Trichinella spiralis* mixed infection in a horse from Poland. *Veterinary Parasitology*, 161(3-4), 345-348. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.01.013>
- Lindsay, D. S., Zarlenga, D. S., Gamble, H. R., al-Yaman, F., Smith, P. C., & Blagburn, B. L. (1995). Isolation and characterization of *Trichinella pseudospiralis* Garkavi, 1972 from a black vulture (*Coragyps atratus*). *The Journal of Parasitology*, 81(6), 920-923.
- Liu, M., & Boireau, P. (2002). Trichinellosis in China: epidemiology and control. *Trends in parasitology*, 18(12), 553-556.
- Llaneza, L., Álvares, F., Ordiz, A., Sierra, P., & Uzal Fernández, A. (2004). Distribución y Aspectos Poblacionales del Lobo Ibérico en la Provincia de Ourense. *Ecología*, 18, 227-238.
- Llaneza, L., Herrador, R., García, V. M., & Callejo, A. (2009). Seguimiento estival e invernal de lobos en los ancares lucenses. *Galemys*, 21(1), 217-231.
- Llaneza, L., López-Bao, J. V., & Sazatornil, V. (2012). Insights into wolf presence in human-dominated landscapes: the relative role of food availability, humans and landscape attributes. *Diversity and Distributions*, 18(5), 459-469. <http://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00869.x>
- Llaneza, L., Cabana, M., López-Bao, J. V., González-Quirós, P., Prieto Fabián, L., García, E. ... González Oliveros, A. (2011). *Estima de la población de corzo y jabalí en la provincia de Lugo 2010-11*. Lugo: Asesores de Recursos Naturales S.L. Informe técnico. Xunta de Galicia. Recuperado de: http://www.medioruralemar.xunta.es/fileadmin/arquivos/publicacions/caza/poboacion_corzo_jabali_lu_2011.pdf
- Llaneza, L., & Núñez-Quirós, P. (2009). Distribution of the Iberian Wolf (*Canis lupus signatus*) in Galicia (NW Spain): Concordance Between Field Sampling and Questionnaires. *Wildlife Biology in Practice*, 5(1), 23-32.
- Llaneza, L., & Ordiz, A. (2003). *Distribución y aspectos poblacionales del lobo ibérico (Canis lupus signatus) en la provincia de Lugo*. *Galemys*, 15, 55-56. Recuperado a partir de http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/mamiferos/lobo/Lobo%20en%20Lugo.pdf
- Llaneza, L., Palacios, V., Uzal Fernandez, A., Ordiz, A., Sazatornil, V., Sierra, P., & Alvares, F. (2005).

- Distribución y Aspectos Poblacionales del Lobo Ibérico (*Canis lupus signatus*) en las Provincias de Pontevedra y A Coruña (Galicia, España). *Galemys*, 17, 61-80.
- Lopes, A. P., Vila-Viçosa, M. J., Coutinho, T., Cardoso, L., Gottstein, B., Müller, N., & Cortes, H. C. (2015). *Trichinella britovi* in a red fox (*Vulpes vulpes*) from Portugal. *Veterinary parasitology*, 210(3), 260-263.
- López-Bao, J. V., Sazatornil, V., Llaneza, L., & Rodríguez, A. (2013). Indirect effects on heathland conservation and wolf persistence of contradictory policies that threaten traditional free-ranging horse husbandry. *Conservation Letters*, 6(6), 448-455. <http://doi.org/10.1111/conl.12014>
- López-Martín, J. M. (2010). *Zorro Vulpes vulpes*. Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Cassinello, J. (eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- López-Olvera, J.-R., Vives, L., Serrano, E., Fernández-Sirera, L., Picart, L., Rossi, L., ... Lavín, S. (2011). *Trichinella* spp. in red foxes (*Vulpes vulpes*) from Catalonia, NE Spain. *Parasitology research*, 108(6), 1589-1591. <http://doi.org/10.1007/s00436-011-2254-2>
- Lozano Becera, J. C., Gurtner De la Fuente, V., Pozio, E., & Bernasconi, E. (2012). Trichinellosis in immigrants in Switzerland. *Journal of Travel Medicine*, 19(3), 195-197. <http://doi.org/10.1111/j.1708-8305.2012.00603.x>
- Lupaşcu, G., Tântăreanu, J., Solomon, P., & Smoliński, M. (1970). Trichinellosis in Roumania. Epidemiological aspects. *Wiadomości parazytologiczne*, 16(1), 78.
- Magalhães, A., Bruno de Sousa, C., Afonso-Roque, M.M., Pereira da Fonseca, I.M., Meireles, J., Fazendeiro, M.I., Madeira de Carvalho, L.M. (2004). The role of wild boar and carnivores in the epidemiology of trichinellosis in Portugal. *Galemys*, 16(1), 207-210.
- Magi, M., Guardone, L., Prati, MC, Mignone, W., y Macchioni, F. (2015). Extraintestinal nematode infections of red foxes (*Vulpes vulpes*) in north-west Italy. *Journal of helmintología*, 89 (04), 506-511.
- Magi, M., Macchioni, F., Dell'omodarme, M., Prati, M. C., Calderini, P., Gabrielli, S., ... Cancrini, G. (2009). Endoparasites of red fox (*Vulpes vulpes*) in central Italy. *Journal of Wildlife Diseases*, 45(3), 881-885. <http://doi.org/10.7589/0090-3558-45.3.881>
- MAGRAMA, 2013. Manual práctico de operaciones en el control de las enfermedades de la fauna silvestre. Disponible en http://rasve.magrama.es/Recursos/Ficheros/Manuales/MARM/83_Manual%20Fauna%20Silvestre%20ENERO%202013.pdf
- Malakauskas, A., Paulauskas, V., Järvis, T., Keidans, P., Eddi, C., & Kapel, C. M. O. (2007). Molecular epidemiology of *Trichinella* spp. in three Baltic countries: Lithuania, Latvia, and Estonia. *Parasitology research*, 100(4), 687-693. <http://doi.org/10.1007/s00436-006-0320-y>
- Marincu, I., Neghina, A. M., Calma, C. L., & Neghina, R. (2012). New foci of trichinellosis in western Romania, 2011. *Acta tropica*, 121(1), 47-49. <http://doi.org/10.1016/j.actatropica.2011.09.007>
- Maroli, M., & Pozio, E. (2000). Influence of temperature on the survival and infectivity of *Trichinella spiralis* larvae in *Sarcophaga argyrostoma* (Diptera, Sarcophagidae) maggots. *The Journal of parasitology*, 86(3), 633-634. [http://doi.org/10.1645/0022-3395\(2000\)086\[0633:IOTOTS\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1645/0022-3395(2000)086[0633:IOTOTS]2.0.CO;2)

- Martín Granado, A., Martínez Sánchez, E. V., Varela Martínez, M. C., Sánchez Serrano, L. P., Ordóñez Banegas, P., Torres Frías, A., ... & Hernández Pezzi, G. (2007). Vigilancia epidemiológica de brotes triquinosos en España. Temporadas 1994/1995 a 2005/2006. CNE. *Boletín Epidemiológico Semanal*, 15(4/37-48), 37-40. Recuperado a partir de <http://revista.isciii.es/bes/article/viewFile/384/411>
- Martínez Fernández, A. R., Nogal, J. J., & Fonseca, F. (2005). *Trichinella britovi* Pozio *et al.* 1992, la triquina endémica en los climas templados del viejo mundo. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 6(5). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505.html>
- Mattioli, L., Capitani, C., Gazzola, A., Scandura, M., & Apollonio, M. (2011). Prey selection and dietary response by wolves in a high-density multi-species ungulate community. *European Journal of Wildlife Research*, 57(4), 909-922. <http://doi.org/10.1007/s10344-011-0503-4>
- Mayer-Scholl, A., Reckinger, S., & Nöckler, K. (2011). The sylvatic *Trichinella* cycle and its implications for *Trichinella* control in Germany. *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift*, 124(11-12), 450-456.
- Melero, Y., & Palazón, S. (2011). Visón americano *Neovison vison* Schreber, 1777. En: Salvador, A., Cassinello, J. (eds.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Madrid. Museo Nacional de Ciencias Naturales. <http://www.vertebradosibericos.org>
- Melero, Y., Palazón, S., Bonesi, L., Gosálbez, J. (2008). Feeding habits of three sympatric mammals in NE Spain: the American mink, the spotted genet, and the Eurasian otter. *Acta Theriologica*, 53: 263–273.
- Merialdi, G., Bardasi, L., Fontana, M. C., Spaggiari, B., Maioli, G., Conedera, G., ... Capelli, G. (2011). First reports of *Trichinella pseudospiralis* in wild boars (*Sus scrofa*) of Italy. *Veterinary parasitology*, 178(3-4), 370-373. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.01.004>
- Mikkonen, T., Valkama, J., Wihiman, H., & Sukura, A. (2005). Spatial variation of *Trichinella* prevalence in rats in Finnish waste disposal sites. *The Journal of parasitology*, 91(1), 210-213. <http://doi.org/10.1645/GE-3230RN>
- Millán, J., Sevilla, I., Gerrikagoitia, X., García-Pérez, A. L., & Barral, M. (2004). Helminth parasites of the Eurasian badger (*Meles meles* L.) in the Basque Country (Spain). *European Journal of Wildlife Research*, 50(1), 37-40. <http://doi.org/10.1007/s10344-003-0032-x>
- Miller, G. S. (1907). L.—Some new European Insectivora and Carnivora. *The Annals and Magazine of Natural History*, 20(119), 389–398.
- Miller, I., Jarvis, T., & Pozio, E. (2006). Epidemiological investigations on *Trichinella* infections in farmed fur animals of Estonia. *Veterinary parasitology*, 139(1-3), 140-144. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.02.037>
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2012. *Informe sobre resultados del Programa Nacional de Vigilancia en fauna silvestre*. Recuperado a partir de http://rasve.magrama.es/Recursos/Ficheros/Historico/83_Resultados%20del%20Programa%20Nacional%20de%20Vigilancia%20en%20fauna%20silvestre%202012..pdf
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2013. *Informe sobre resultados del Programa Nacional de Vigilancia en fauna silvestre*. Recuperado a partir de http://rasve.magrama.es/Recursos/Ficheros/Historico/83_Resultados%20del%20Programa%20Nacional%20de%20Vigilancia%20en%20fauna%20silvestre%202013..pdf

es/Recursos/Ficheros/Historico/83_INFORME%20RESULTADOS%20PVFS%202013.pdf

Miquel, J., Feliu, C., Torres, J., & Casanova, J. C. (1993). Corología de las especies de nematodos parásitas de carnívoros silvestres en Cataluña (NE península ibérica). *Miscel·lània Zoològica*, 17, 49-57.

Mitreva, M. (2006). *Biology and genome of Trichinella spiralis*. En: WormBook, (ed) The C. Elegans Research Community, 1-21. <http://doi.org/10.1895/wormbook.1.124.1>

Moller, L. N., Petersen, E., Gamble, H. R., & Kapel, C. M. O. (2005). Comparison of two antigens for demonstration of *Trichinella* spp. antibodies in blood and muscle fluid of foxes, pigs and wild boars. *Veterinary parasitology*, 132(1-2), 81-84. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.05.032>

Montés, F. J. (2014). *La vida del lobo*. Madrid: Mundi-Prensa.

Moretti, A., Fioretti, D. P., Grelloni, V., Marini, C., Leonardi, L., & Velatta, F. (2001). Susceptibility of nutria (*Myocastor coypus*) to *Trichinella* infection: biological aspects. *Parasite*, 8(2), 206-8.

Moskwa. (2006). [Biology, species biodiversity and distribution of *Trichinella* nematodes]. *Wiadomości Parazytologiczne*, 52(3), 157-164.

Moskwa, B., Goździk, K., Bień, J., Bogdaszewski, M., & Cabaj, W. (2012). Molecular identification of *Trichinella britovi* in martens (*Martes martes*) and badgers (*Meles meles*); new host records in Poland. *Acta parasitologica*, 57(4), 402-405. <http://doi.org/10.2478/s11686-012-0054-1>

Moskwa, B., Goździk, K., Bień, J., Borecka, A., Gawor, J., & Cabaj, W. (2013). First report of *Trichinella pseudospiralis* in Poland, in red foxes (*Vulpes vulpes*). *Acta Parasitologica*, 58(2), 149-154. <http://doi.org/10.2478/s11686-013-0121-2>

Müller, N., Sager, H., Schuppers, M., y Gottstein, B. (2006). [Métodos para investigar infecciones *Trichinella* en animales domésticos y salvajes]. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 148 (9), desde 463 hasta 471.

Murrell, K. D., & Bruschi, F. (1994). Clinical trichinellosis. *Progress in clinical parasitology*, 4, 117-150.

Murrell, K. D., Djordjevic, M., Cuperlovic, K., Sofronic, L., Savic, M., Djordjevic, M., & Damjanovic, S. (2004). Epidemiology of *Trichinella* infection in the horse: the risk from animal product feeding practices. *Veterinary parasitology*, 123(3-4), 223-233. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.06.008>

Murrell, K. D., & Pozio, E. (2011). Worldwide Occurrence and Impact of Human Trichinellosis, 1986–2009. *Emerging Infectious Diseases*, 17(12), 2194-2202. <http://doi.org/10.3201/eid1712.110896>

Neghina, R. (2010). Trichinellosis, a Romanian never-ending story. An overview of traditions, culinary customs, and public health conditions. *Foodborne Pathogens and Disease*, 7(9), 999-1003. <http://doi.org/10.1089/fpd.2010.0546>

Neghina, R., Neghina, A. M., & Marincu, I. (2011). Reviews on Trichinellosis (III): Cardiovascular Involvement. *Foodborne Pathogens and Disease*, 8(8), 853-860. <http://doi.org/10.1089/fpd.2010.0815>

Neghina, R., Neghina, A. M., & Marincu, I. (2012). Trichinellosis in hospitalized patients from a Romanian endemic area, 2007-2009. *Clinical Microbiology and Infection*, 18(1), 86-90. <http://doi.org/10.1111/>

j.1469-0691.2011.03573.x

- Neghina, R., Neghina, A. M., Marincu, I., & Iacobiciu, I. (2011). Reviews on Trichinellosis (II): Neurological Involvement. *Foodborne Pathogens and Disease*, 8(5), 579-585. <http://doi.org/10.1089/fpd.2010.0733>
- Nesterov, V., Ciolofan, I., Nitulescu, A., Costinov, F., Dumitrescu, C., Milla, C., Popescu, S., 1991. Implicatii ale activitatii umane in epizootologia trichinelozei silvatic. *Revista Romana de Parazitologie* I, 71-72.
- Nöckler, K., Reckinger, S., & Pozio, E. (2006). *Trichinella spiralis* and *Trichinella pseudospiralis* mixed infection in a wild boar (*Sus scrofa*) of Germany. *Veterinary parasitology*, 137(3-4), 364-368. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.01.031>
- Nogueira, C. (2008). Galicia en la Unión Europea. Una economía emergente. *Revista Galega de Economía*, 17(Ext). Recuperado de https://www.usc.es/econo/RGE/Vol17_ex/castelan/art5c.pdf
- Núñez, G. G., Costantino, S. N., Gentile, T., & Venturiello, S. M. (2008). Immunoparasitological evaluation of *Trichinella spiralis* infection during human pregnancy: a small case series. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 102(7), 662-668. <http://doi.org/10.1016/j.trstmh.2008.03.009>
- Oivanen, L., Kapel, C. M. O., Pozio, E., La Rosa, G., Mikkonen, T., & Sukura, A. (2002). Associations between *Trichinella* species and host species in Finland. *The Journal of parasitology*, 88(1), 84-88. [http://doi.org/10.1645/0022-3395\(2002\)088\[0084:ABTSAH\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1645/0022-3395(2002)088[0084:ABTSAH]2.0.CO;2)
- Oivanen, L., Näreaho, A., Jokela, S., Rikula, U., Gamble, R., & Sukura, A. (2005). The prevalence of *Trichinella* infection in domestic dogs in Finland. *Veterinary Parasitology*, 132(1-2), 125-129. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.05.040>
- Ojasti, J., & Dallmeier, F. (2000). *Manejo de fauna silvestre neotropical*. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C. Recuperado a partir de http://campus.fca.uncu.edu.ar:8010/pluginfile.php/23165/mod_resource/content/0/Ojasti_2000_Manejo_Fauna_SIMAB5.pdf
- Okulewicz, A., Hildebrand, J., Okulewicz, J., & Perec, A. (2005). Red fox (*Vulpes vulpes*) as reservoir of parasites and source of zoonosis. *Wiadomości Parazytologiczne*, 51(2), 125-132.
- Oltean, M., Kalmár, Z., Kiss, B. J., Marinov, M., Vasile, A., Sándor, A. D., ... Rosenthal, B. M. (2014). European Mustelids Occupying Pristine Wetlands in the Danube Delta are Infected with *Trichinella* Likely Derived from Domesticated Swine. *Journal of Wildlife Diseases*, 50(4), 972-975. <http://doi.org/10.7589/2013-12-335>
- Ordiz, A., Uzal, A., Palacios, V., Sazatornil, V., Sierra, P., Alvares, F., & Llana, L. (2005). Distribución y aspectos poblacionales del lobo ibérico (*Canis lupus signatus*) en las provincias de Pontevedra y A Coruña (Galicia). *Galemys*, 17(1), 61-80.
- OIE (2014). Triquinelosis. En: *Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres 2014*. 1(2), 374-383. OIE. Recuperado 19 de marzo de 2015 a partir de <http://www.oie.int/es/normas-internacionales/manual-terrestre/acceso-en-linea/>
- Ostrek, J., Baumann-Popczyk, A., & Sadkowska-Todys, M. (2014). Foodborne infections and intoxications in Poland in 2012. *Przegląd Epidemiologiczny*, 68(2), 227-234, 341-344.

- Palacios, F., Martínez, T., & Garzon-Heydt, P. (1989). Data in the autumn diet of the red deer in the Montes de Toledo (Central Spain). *Doñana Acta Vertebrata*, 16, 157-163.
- Palazón, S., Ruiz-Olmo, J. (1997). *El visón europeo (Mustela lutreola) y el visón americano (Mustela vison) en España*. Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo de Parques Nacionales.
- Palomo, L. J., Gisbert, J. (eds.) (2002). *Atlas de los Mamíferos Terrestres de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU.
- Palomo, L. J., Gisbert, J., & Blanco, J. C. (2007). *Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España*. Madrid: Dirección General para la biodiversidad SECEM-SECEMU. Recuperado a partir de http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/ieet_mamif_atlas.aspx
- Paniagua, D., Echegaray, J., & Illana, A. (2005). Organización espacial y estado sanitario de las poblaciones de tejón (*Meles meles* L., 1758) en el entorno del Parque Natural de Gorbeia. Recuperado http://www.faunadealava.org/adjuntos/faunadealavaDocumentos/25_archivo.pdf
- Pannwitz, G., Mayer-Scholl, A., Balicka-Ramisz, A., & Nöckler, K. (2010). Increased prevalence of *Trichinella* spp., northeastern Germany, 2008. *Emerging infectious diseases*, 16(6), 936-942. <http://doi.org/10.3201/eid1606.091629>
- Panzacchi, M., Linnell, J. D. ., Serrao, G., Eie, S., Odden, M., Odden, J., & Andersen, R. (2008). Evaluation of the importance of roe deer fawns in the spring–summer diet of red foxes in southeastern Norway. *Ecological research*, 23(5), 889–896.
- Papatsiros, V. G., Boutsini, S., Ntousi, D., Stougiou, D., Mintza, D., & Bisias, A. (2012). Detection and zoonotic potential of *Trichinella* spp. from free-range pig farming in Greece. *Foodborne Pathogens and Disease*, 9(6), 536-540. <http://doi.org/10.1089/fpd.2011.1102>
- Parry, G. S., Burton, S., Cox, B., & Forman, D. W. (2011). Diet of coastal foraging Eurasian otters (*Lutra lutra* L.) in Pembrokeshire south-west Wales. *European Journal of Wildlife Research*, 57(3), 485–494.
- Pereira, A; Pérez, M. (2001). Triquinosis. *OFFARM*, 20(9), 112-118.
- Pérez-Martín, J. E., Serrano, F. J., Reina, D., Mora, J. A., & Navarrete, I. (2000). Sylvatic trichinellosis in southwestern Spain. *Journal of Wildlife Diseases*, 36(3), 531-534.
- Perteguer, M. J., Rodríguez, E., García-Sánchez, R. N., Nogal-Ruiz, J. J., Bolas-Fernández, F., Martínez-Fernández, A. R., & Gárate, T. (2009). Identification of Spanish *Trichinella* isolates by ISSR-PCR: intra-specific variability of *Trichinella britovi*. *Veterinary Parasitology*, 159(3-4), 206-209. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.062>
- Pozio, E. (1998). Trichinellosis in the European Union: epidemiology, ecology and economic impact. *Parasitology Today*, 14(1), 35-38.
- Pozio, E. (2000). Factors affecting the flow among domestic, synanthropic and sylvatic cycles of *Trichinella*. *Veterinary Parasitology*, 93(3-4), 241-262.
- Pozio, E. (2001a). New patterns of *Trichinella* infection. *Veterinary Parasitology*, 98(1-3), 133-148.

- Pozio, E. (2001b). Taxonomy of *Trichinella* and the epidemiology of infection in the Southeast Asia and Australian regions. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 32 Suppl 2, 129-132.
- Pozio, E. (2005). The broad spectrum of *Trichinella* hosts: from cold- to warm-blooded animals. *Veterinary Parasitology*, 132(1-2), 3-11. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.05.024>
- Pozio, E. (2007). World distribution of *Trichinella* spp. infections in animals and humans. *Veterinary parasitology*, 149(1-2), 3-21. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.07.002>
- Pozio, E. (2013). The opportunistic nature of *Trichinella* exploitation of new geographies and habitats. *Veterinary Parasitology*, 194(2-4), 128-132. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.01.037>
- Pozio, E. (2014). Searching for *Trichinella*: not all pigs are created equal. *Trends in Parasitology*, 30(1), 4-11. <http://doi.org/10.1016/j.pt.2013.11.001>
- Pozio, E., Casulli, A., Bologov, V. V., Marucci, G., & La Rosa, G. (2001). Hunting practices increase the prevalence of *Trichinella* infection in wolves from European Russia. *Journal of Parasitology*, 87(6), 1498-1501. doi:[http://dx.doi.org/10.1645/0022-3395\(2001\)087\[1498:HPITPO\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1645/0022-3395(2001)087[1498:HPITPO]2.0.CO;2)
- Pozio, E., Christensson, D., Steen, M., Marucci, G., La Rosa, G., Bröjer, C., ... & Hall, M. (2004). *Trichinella pseudospiralis* foci in Sweden. *Veterinary parasitology*, 125(3), 335-342.
- Pozio, E., Cossu, P., Marucci, G., Amati, M., Ludovisi, A., Morales, M. A. G., ... Firinu, T. (2009). The birth of a *Trichinella britovi* focus on the Mediterranean island of Sardinia (Italy). *Veterinary Parasitology*, 159(3-4), 361-363. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.055>
- Pozio, E., & Darwin Murrell, K. (2006). Systematics and epidemiology of *Trichinella*. *Advances in Parasitology*, 63, 367-439. [http://doi.org/10.1016/S0065-308X\(06\)63005-4](http://doi.org/10.1016/S0065-308X(06)63005-4)
- Pozio, E., Foggin, C. M., Gelanew, T., Marucci, G., Hailu, A., Rossi, P., & Gómez, M. A. (2007). *Trichinella zimbabwensis* in wild reptiles of Zimbabwe and Mozambique and farmed reptiles of Ethiopia. *Veterinary Parasitology*, 143(3-4), 305-310. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.029>
- Pozio, E., Gómez Morales, M. A., & Dupouy-Camet, J. (2003). *Clinical aspects, diagnosis and treatment of trichinellosis*. 1(3) 471-482 (doi: 10.1586 / 14787210.1.3.471)
- Pozio, E., & Gradoni, L. (1981). Spettro trofico della volpe (*Vulpes vulpes* L.) e della faina (*Martes foina Erxleben*) in provincia di Grosseto. *Natura* (Milano), 72(1), 85-196.
- Pozio, E., Hoberg, E., La Rosa, G., & Zarlenga, D. S. (2009). Molecular taxonomy, phylogeny and biogeography of nematodes belonging to the *Trichinella* genus. *Infection, Genetics and Evolution*, 9(4), 606–616.
- Pozio, E., & La Rosa, G. (1991). General introduction and epidemiology of trichinellosis. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 22 Suppl, 291-294.
- Pozio, E., & La Rosa, G. (2003). PCR-derived methods for the identification of *Trichinella* parasites from animal and human samples. En: PCR Detection of Microbiology Pathogen, 216, 299-309 (Clifton, N.J.).

- Pozio, La Rosa, G., Murrell, K. D., & Lichtenfels, J. R. (1992). Taxonomic revision of the genus *Trichinella*. *The Journal of Parasitology*, 78(4), 654-659.
- Pozio, E., La Rosa, G., Serrano, F. J., Barrat, J., & Rossi, L. (1996). Environmental and human influence on the ecology of *Trichinella spiralis* and *Trichinella britovi* in Western Europe. *Parasitology*, 113 (Pt 6), 527-533.
- Pozio, E., Mesina, P., Sechi, F., Pira, M., Liciardi, M., Cossu, P., ... Firinu, A. (2006). Human outbreak of trichinellosis in the Mediterranean island of Sardinia, Italy. *Veterinary Parasitology*, 140(1-2), 177-180. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.03.012>
- Pozio, E., Owen, I. L., Marucci, G., & La Rosa, G. (2005). Inappropriate feeding practice favors the transmission of *Trichinella papuae* from wild pigs to saltwater crocodiles in Papúa New Guinea. *Veterinary Parasitology*, 127(3-4), 245-251. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.09.029>
- Pozio, E., Rinaldi, L., Marucci, G., Musella, V., Galati, F., Cringoli, G., ... La Rosa, G. (2009). Hosts and habitats of *Trichinella spiralis* and *Trichinella britovi* in Europe. *International Journal for Parasitology*, 39(1), 71-79. <http://doi.org/10.1016/j.ijpara.2008.06.006>
- Pozio, E., & Rossi, P. (2008). Guidelines for the identification and development of sampling methods and design of suitable protocols for monitoring of *Trichinella* infection in indicator species. *Annali dell'Istituto Superiore Di Sanità*, 44(2), 200-204.
- Pozio, E., Sacchini, D., Boni, P., Tamburrini, A., Alberici, F., & Paterlini, F. (1998). Brote de triquinosis humana asociado al consumo de carne de caballo en Italia. *Eurosurveillance*, 3, 85-6.
- Pozio, E., Tamburrini, A., & La Rosa, G. (2001). Horse trichinellosis, an unresolved puzzle. *Parasite*, 8(2), 263-265. <http://doi.org/10.1051/parasite/200108s2263>
- Pozio, E., Varese, P., Morales, M. A., Croppo, G. P., Pelliccia, D., & Bruschi, F. (1993). Comparison of human trichinellosis caused by *Trichinella spiralis* and by *Trichinella britovi*. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 48(4), 568-575.
- Pozio, & Zarlenga, D. S. (2005). Recent advances on the taxonomy, systematics and epidemiology of *Trichinella*. *International Journal for Parasitology*, 35(11-12), 1191-1204. <http://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.07.012>
- Pozio, & Zarlenga, D. S. (2013). New pieces of the *Trichinella* puzzle. *International Journal for Parasitology*, 43(12-13), 983-997. <http://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.05.010>
- Quaglietta, L., Fonseca, V. C., Mira, A., & Boitani, L. (2014). Sociospatial organization of a solitary carnivore, the Eurasian otter (*Lutra lutra*). *Journal of Mammalogy*, 95(1), 140-150. <http://doi.org/10.1644/13-MAMM-A-073.1>
- Rabanal, V. J. C., Bosch, J., Muñoz, M. J., & Peris, S. J. (2012). Influence of new irrigated croplands on wild boar (*Sus scrofa*) road kills in NW Spain. *Animal biodiversity and conservation*, 35(2), 247-252.
- Rafter, P., Marucci, G., Brangan, P., & Pozio, E. (2005). Rediscovery of *Trichinella spiralis* in red foxes (*Vulpes vulpes*) in Ireland after 30 years of oblivion. *The Journal of Infection*, 50(1), 61-65. <http://doi.org/10.1016/j.jinf.2004.02.004>
- Randazzo, V. R., La Sala, L. F., & Costamagna, S. R. (2011). Effect of temperature on the viability of

- Trichinella spiralis* larvae. *Revista Argentina de microbiología*, 43(4), 256-262. <http://doi.org/10.1590/S0325-75412011000400004>
- Ranque, S., Faugère, B., Pozio, E., La Rosa, G., Tamburrini, A., Pellissier, J. F., & Brouqui, P. (2000). *Trichinella pseudospiralis* outbreak in France. *Emerging Infectious Diseases*, 6(5), 543.
- Ravlija, J., Puvacić, S., Puvacić, Z., & Curić, I. (2006). Epidemiological characteristics of trichinosis in Federation of Bosnia and Herzegovina. *Medicinski arhiv*, 60(4), 251-254. Recuperado a partir de <http://europepmc.org/abstract/med/16761521>
- Real Decreto 640/2006*, de 26 de mayo, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios Boletín Oficial del Estado núm 126, pp. 19.999-20.002.
- Reglamento (CE) n.º 2075/2005* de la Comisión de 5 de diciembre de 2005, por el que se establecen normas específicas para los controles oficiales de la presencia de triquinas en la carne. Diario Oficial de la Unión Europea, núm. 338, pp 60-82.
- Reglamento de Ejecución (UE) n.º 2015/1375* de la Comisión, de 10 de agosto de 2015, por el que se establecen normas específicas para los controles oficiales de la presencia de triquinas en la carne. Diario Oficial de la Unión Europea, núm. 212, pp 7-34.
- Remonti, L., Balestrieri, A., Domenis, L., Banchi, C., Lo Valvo, T., Robetto, S., & Orusa, R. (2005). red fox (*Vulpes vulpes*) cannibalistic behaviour and the prevalence of *Trichinella britovi* in NW Italian Alps. *Parasitology Research*, 97(6), 431-435. <http://doi.org/10.1007/s00436-005-1481-9>
- Revilla, E., Palomares, F., & Delibes, M. (2000). Defining key habitats for low density populations of Eurasian badgers in Mediterranean environments. *Biological Conservation*, 95(3), 269-277. [http://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00043-4](http://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00043-4)
- Reynolds, J. C., & Tapper, S. C. (1996). Control of mammalian predators in game management and conservation. *Mammal Review*, 26(2-3), 127-155. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1996.tb00150.x>
- Ribicich, M., Gamble, H. R., Bolpe, J., Sommerfelt, I., Cardillo, N., Scialfa, E., ... Rosa, A. (2009). Evaluation of the risk of transmission of *Trichinella* in pork production systems in Argentina. *Veterinary Parasitology*, 159(3-4), 350-353. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.072>
- Richomme, C., Lacour, S. A., Ducrot, C., Gilot-Fromont, E., Casabianca, F., Maestrini, O., ... Boireau, P. (2010). Epidemiological survey of trichinellosis in wild boar (*Sus scrofa*) and fox (*Vulpes vulpes*) in a French insular region, Corsica. *Veterinary Parasitology*, 172(1-2), 150-154. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.04.026>
- Riva, E., Steffan, P., & Fiel, C. (2007). *Trichinellosis: Aspectos múltiples de una zoonosis global*. En: FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Mejoramiento del control de la trichinellosis*, (pp 94-109) Buenos Aires, Argentina: Gráfica Latina.
- Riva, E., Steffan, P., Guzmán, M., & Fiel, C. (2012). Persistence of *Trichinella spiralis* muscle larvae in natural decaying mice. *Parasitology research*, 111(1), 249-255. <http://doi.org/10.1007/s00436-012-2826-9>

- Robert, F., Weil, B., Kassis, N., & Dupouy-Camet, J. (1996). Investigation of immunofluorescence cross-reactions against *Trichinella spiralis* by western blot (immunoblot) analysis. *Clinical and diagnostic laboratory immunology*, 3(5), 575-577.
- Rodríguez, M.E. (2010). *Estudio de las variables implicadas en la dinámica de poblaciones de jabalí en la provincia de Lugo*. Trabajo Máster Universitario en Investigación Básica y Aplicada en Ciencias Veterinarias. Facultad de Veterinaria de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela.
- Rodríguez de las Parras, E., Rodríguez-Ferrer, M., Nieto-Martínez, J., Ubeira, F. M., & Gárate-Ormaechea, T. (2004). Trichinellosis outbreaks in Spain (1990-2001). *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 22(2), 70-76.
- Rodríguez, E., Olmedo, J., Ubeira, F. M., Blanco, C., & Gárate, T. (2008). Mixed infection, *Trichinella spiralis* and *Trichinella britovi*, in a wild boar hunted in the Province of Cáceres (Spain). *Experimental parasitology*, 119(3), 430-432. <http://doi.org/10.1016/j.exppara.2008.03.017>
- Rodríguez-Osorio, M., Abad, J. M., De Haro, T., Villa-Real, R., & Gómez-García, V. (1999). Human trichinellosis in Sourthern Spain: serologic and epidemiologic study. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 61(5), 834-837.
- Rodríguez-Osorio, M., Gómez-García, V., Benito, R., & Gil, J. (2003). *Trichinella britovi* human infection in Spain: antibody response to surface, excretory/secretory and somatic antigens. *Parasite*, 10(2), 159-164.
- Romano, F., Motta, A., Melino, M., Negro, M., Gavotto, G., Decasteli, L., ... Pozio, E. (2011). Investigation on a focus of human trichinellosis revealed by an atypical clinical case: after wild-boar (*Sus scrofa*) pork consumption in northern Italy. *Parasite*, 18(1), 85-87.
- Romay, C. D., Cabana, M., Alonso, J. M., Arzúa, M., Barja, I., Epifanio, J. C., ... & Vázquez-Pumariño, X. (2011). Novos datos sobre a distribución da martaraña *Martes martes* en Galicia. *Chioglossa*, 3: 55-63. A Coruña, 2011. Recuperado a partir de [http://www.researchgate.net/profile/Luis_Tapia/publication/236685601_Novos_datos_sobre_a_distribucion_da_martaraa_Martes_martes_\(Linnaeus_1758\)_en_Galicia/links/004635191001e5ee3f000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Luis_Tapia/publication/236685601_Novos_datos_sobre_a_distribucion_da_martaraa_Martes_martes_(Linnaeus_1758)_en_Galicia/links/004635191001e5ee3f000000.pdf)
- Romero, R. (2009). *Elaboración e implantación de medidas de control do visón americano (Neovison vison) en Galicia*. Xunta de Galicia. Informe inédito. 157 pp
- Roneus, O., & Christensson, D. (1979). Presence of *Trichinella spiralis* in free-living red foxes (*Vulpes vulpes*) in Sweden related to *Trichinella* infection in swine and man. *Vet Acta Scand.* 1979; 20 (4): 583-94. Recuperado a partir de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XE8020362>
- Roque, S., Alvares, F., & Petrucci-Fonseca, F. (2001). Utilización espacio-temporal y hábitos alimentarios de un grupo reproductor de lobos en el noroeste de Portugal. *Galemys*, 23, 179–198.
- Rosalino, L. M., Loureiro, F., Macdonald, D. W., & Santon-Reis, M. (2005). Dietary shifts of the badger (*Meles meles*) in Mediterranean woodlands: an opportunistic forager with seasonal specialisms. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*, 70(1), 12-23. <http://doi.org/10.1078/1616-5047-00172>
- Rosalino, L. M., Macdonald, D. W., & Santos-Reis, M. (2004). Spatial structure and land-cover use in

- a low-density Mediterranean population of Eurasian badgers. *Canadian Journal of Zoology*, 82(9), 1493-1502. <http://doi.org/10.1139/z04-130>
- Rosell, C. (1998). *Biología i ecologia del senglar (Sus scrofa L., 1758) a dues poblacions del nord-est ibèric. Aplicació a la gestió*. Universitat de Barcelona. Barcelona: Recuperado a partir de <http://www.tdx.cat/handle/10803/830>
- Rosell, C., Fernández-Llario, P., & Herrero, J. (2001). El jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). *Galemys*, 13(2), 1–25. Recuperado de <http://www.secem.es/wp-content/uploads/2013/03/Galemys-13-2-01-Rosell-1-25.pdf>
- Rosellini, S., Barja, I., & Piñeiro, A. (2007). Distribución y hábitos alimenticios de la marta (*Martes martes*) en el Parque Natural Os Montes do Invernadeiro (Galicia, NO de España). *Galemys*, 19, 99–114.
- Rosenthal, B. M., La Rosa, G., Zarlenga, D., Dunams, D., Chunyu, Y., Mingyuan, L., & Pozio, E. (2008). Human dispersal of *Trichinella spiralis* in domesticated pigs. *Infection, genetics and evolution*, 8(6), 799-805. <http://doi.org/10.1016/j.meegid.2008.07.008>
- Rossi, L., Pozio, E., Mignone, W., Ercolini, C., & Dini, V. (1992). Epidemiology of sylvatic trichinellosis in north-western Italy. *Revue scientifique et technique* (International Office of Epizootics), 11(4), 1039-1046.
- Ruiz-Olmo, J., Jiménez, J., & Marco, I. (1991). Radiotracking a Translocated Otter in Spain. *International Union For The Conservation of Nature. Otter Specialist Group Bulletin*, 6, 6-7.
- Sadkowska-Todys, M., & Gołab, E. (2009). Trichinellosis in Poland in 2007. *Przegląd epidemiologiczny*, 63(2), 263-266.
- Sadkowska-Todys, M., & Gołab, E. (2012). Trichinellosis in Poland in 2010. *Przegląd epidemiologiczny*, 66(2), 307-310.
- Sadkowska-Todys, M., & Gołab, E. (2013). Trichinellosis in Poland in 2011. *Przegląd Epidemiologiczny*, 67(2), 259-261, 363-364.
- Sáenz de Buruaga, M. (1995). Alimentación del jabalí (*Sus scrofa castilianus*) en el norte de España. *Ecología*, (9), 367–386.
- Sáez-Royuela, C., & Tellería, J. L. (1988). Las batidas como método de censo en especies de caza mayor: aplicación al caso del jabalí (*Sus scrofa* L.) en la provincia de Burgos (Norte de España). *Doñana, Acta Vertebrata*, 15(2), 215–223.
- Sanchez-Acedo, C., Lucientes-Curdi, J., Galmes-Femenias, M., Gracia-Salinas, M. J., Tanner, C. E., Martínez-Fernández, A. R., & Bolas-Fernández, F. (1989, octubre). Prevalence of parasitisation by *Trichinella* sp. in different animals species from Zaragoza. Spain. In *Trichinellosis. Proceedings of the Seventh International Conference on Trichinellosis*, Alicante, Spain. Consejo Superior de Investigaciones Científicas Press. Madrid.
- Sánchez-Zapata, J. A. (2012). Buitres y servicios ecosistémicos: investigación aplicada a la conservación de la biodiversidad y los procesos ecológicos. *Eubacteria*. 29. Recuperado a partir de <http://www.um.es/eubacteria/buitres.pdf>

- Santos, P., Fernández-Llario, P., Fonseca, C., Monzón, A., Bento, P., Soares, A. M. V. M., ... Petrucci-Fonseca, F. (2006). Habitat and reproductive phenology of wild boar (*Sus scrofa*) in the western Iberian Peninsula. *European Journal of Wildlife Research*, 52(3), 207–212. Recuperado a partir de <http://link.springer.com/article/10.1007/s10344-005-0025-z>
- Sanz-Azkue, I., Garin-Barrio, I., & Gosá, A. (2008). Depredación de sapo corredor (*Epidalea calamita*) por un mustélido (*Mustelasp.*) en el parque ecológico de Plaiaundi (Irun, Gipuzkoa). *Zoologist*, 9, 169–172.
- Schley, L., Dufrêne, M., Krier, A., & Frantz, A. C. (2008). Patterns of crop damage by wild boar (*Sus scrofa*) in Luxembourg over a 10-year period. *European Journal of Wildlife Research*, 54(4), 589–599. <http://doi.org/10.1007/s10344-008-0183-x>
- Schley, L., & Roper, T. J. (2003). Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal Review*, 33(1), 43–56. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2907.2003.00010.x>
- Schley, L., Schaul, M., & Roper, T. J. (2004). Distribution and population density of badgers *Meles meles* in Luxembourg. *Mammal Review*, 34(3), 233–240.
- Schuppers, M. E., Frey, C. F., Gottstein, B., Stärk, K. D. C., Kihm, U., & Regula, G. (2010). Comparing the demonstration of freedom from *Trichinella* infection of domestic pigs by traditional and risk-based surveillance. *Epidemiology and Infection*, 138(9), 1242–1251. <http://doi.org/10.1017/S0950268809991518>
- Schuppers, M. E., Rosenberg, G., Graf, R., Eidam, V., Wittwer, C., Zimmermann, W., ... Frey, C. F. (2010). A study to demonstrate freedom from *Trichinella* spp. in domestic pigs in Switzerland. *Zoonoses and Public Health*, 57(7-8), e130–135. <http://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2009.01299.x>
- Schynts, F., Van der Giessen, J., Tixhon, S., Pozio, E., Dorny, P., & de Borchgrave, J. (2006). First isolation of *Trichinella britovi* from a wild boar (*Sus scrofa*) in Belgium. *Veterinary Parasitology*, 135(2), 191–194. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.09.002>
- Sección de vigilancia epidemiológica (2008). *Informe zoonosis. situación en Aragón 1998-2008. Departamento de salud y consumo*. Gobierno de Aragón. Recuperado a partir de <http://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/09/docs/Profesionales/Salud%20publica/Vigilancia%20epidemiol%C3%B3gica/Enfermedades%20Declaraci%C3%B3n%20Obligatoria%20otros%20procesos/Inform%20espec%C3%ADficos%20enferm%20declar%20obligatoria/INFORME%20ZONOSIS%202008.pdf>
- Segovia, J.M., Torres J., Miquel, J. (2004). parásitos helmintos del zorro rojo (*Vulpes vulpes* L., 1758) en la Península Ibérica: un estudio ecológico. *Acta parasitológica*, 49, 67-79.
- Segovia, J. M., Torres, J., Miquel, J., Llaneza, L., & Feliu, C. (2001). Helminths in the wolf, *Canis lupus*, from north-western Spain. *Journal of Helminthology*, 75(02), 183–192. <http://doi.org/10.1079/JOH200152>
- Šeguljev, Z., Vidić, B., Ilić, S., Petrović, V., Petrović, M., Ristić, M., & Prica, N. (2011). Trichinellosis epidemics in AP Vojvodina [Serbia] in the period 2000-2009. *Veterinarski glasnik*, v. 65(5-6) p. 409–417. Recuperado a partir de <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2012%2FRS%2FRS1205.xml%3BRS2012001177>

- Segura, A., Acevedo, P., Rodríguez, O., Naves, J., & Obeso, J. R. (2014). Biotic and abiotic factors modulating wild boar relative abundance in Atlantic Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 60(3), 469–476.
- Selva, N. (2004). *Papel de la necrofagia en la comunidad de predadores del bosque primigenio de Bialowieza (Polonia)*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. Recuperado a partir de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=23306>
- Serrano, F. J., Pérez-Martin, J. E., Carrón, A., & Navarrete, I. (2001). Comparison of IgM, IgG1 and IgG2 responses to *Trichinella spiralis* and *Trichinella britovi* in swine. *Parasite*, 8(2), 133-135. <http://doi.org/10.1051/parasite/200108s2133>
- Sherrard-Smith, E., Chadwick, E. A., & Cable, J. (2014). The impact of introduced hosts on parasite transmission: opisthorchiid infections in American mink (*Neovison vison*). *Biological Invasions*, 17(1), 115-122.
- Shimalov, V., & Shimalov, V. (2001). Helminth fauna of the American mink (*Mustela vison* Schreber, 1777) in Belorussian Polesie. *Parasitology research*, 87(10), 886-887.
- Shimalov, V., & Shimalov, V. (2002a). Helminth fauna of the European polecat (*Mustela putorius* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie. *Parasitology research*, 88(3), 259-260.
- Shimalov, V., & Shimalov, V. (2002b). Helminth fauna of the red fox (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) in southern Belarus. *Parasitology Research*, 89(1), 77-78. <http://doi.org/10.1007/s00436-002-0701-9>
- Shimalov, V. V., & Shimalov, V. T. (2000a). Helminth fauna of the wolf (*Canis lupus* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie. *Parasitology research*, 86(2), 163-164.
- Shimalov, V. V., Shimalov, V. T., & Shimalov, A. V. (2000). Helminth fauna of otter (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie. *Parasitology research*, 86(6), 528-528.
- Silva, M. S. (2010). *Rastreo de parasitas gastrintestinais, pulmonares, cutâneos e musculares em canídeos domésticos e silvestres no Norte de Portugal*. Trabajo fin de Máster. Universidad Técnica de Lisboa, de la Facultad de Medicina Veterinaria de Lisboa. Recuperado a partir de <http://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/1751>
- Smith, G. C., Gangadharan, B., Taylor, Z., Laurenson, M. K., Bradshaw, H., Hide, G., ... Craig, P. S. (2003). Prevalence of zoonotic important parasites in the red fox (*Vulpes vulpes*) in Great Britain. *Veterinary Parasitology*, 118(1-2), 133-142.
- Sofronic-Milosavljevic, L., Djordjevic, M., Plavsic, B., & Grgic, B. (2013). *Trichinella* infection in Serbia in the first decade of the twenty-first century. *Veterinary Parasitology*, 194(2-4), 145-149. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.01.042>
- Sréter, T., Széll, Z., Marucci, G., Pozio, E., & Varga, I. (2003). Extraintestinal nematode infections of red foxes (*Vulpes vulpes*) in Hungary. *Veterinary parasitology*, 115(4), 329-334.
- Stewart, G. L., Kramar, G. W., Reddington, J. J., & Hamilton, A. M. (1980). Studies on in vitro larvaposition by adult *Trichinella spiralis*. *The Journal of Parasitology*, 66(1), 94-99.

- Stojcevic, D., Zivcinkjak, T., Marinculic, A., Marucci, G., Andelko, G., Brstilo, M., ... Pozio, E. (2004). The epidemiological investigation of *Trichinella* infection in brown rats (*Rattus norvegicus*) and domestic pigs in Croatia suggests that rats are not a reservoir at the farm level. *The Journal of parasitology*, 90(3), 666-670. <http://doi.org/10.1645/GE-158R>
- Sukhdeo, M. V. K., & Meerovitch, E. (1980). A biological explanation for the differences in infectivity of geographical isolates of *Trichinella*. *Canadian Journal of Zoology*, 58(7), 1227-1231. Recuperado a partir de <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/z80-172#.VRx2OeEpqWs>
- Széll, Z., Marucci, G., Bajmóczy, E., Cséplő, A., Pozio, E., & Sréter, T. (2008). Spatial distribution of *Trichinella britovi*, *T. pseudospiralis* and *T. spiralis* in red foxes (*Vulpes vulpes*) in Hungary. *Veterinary parasitology*, 156(3-4), 210-215. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.06.014>
- Széll, Z., Marucci, G., Ludovisi, A., Gómez-Morales, M. A., Sréter, T., & Pozio, E. (2012). Spatial distribution of *Trichinella britovi*, *T. spiralis* and *T. pseudospiralis* of domestic pigs and wild boars (*Sus scrofa*) in Hungary. *Veterinary Parasitology*, 183(3-4), 393-396. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.035>
- Takumi, K., Franssen, F., Fonville, M., Grasset, A., Vallée, I., Boireau, P., ... Van der Giessen, J. (2010). Within-host dynamics of *Trichinella spiralis* predict persistent parasite transmission in rat populations. *International Journal for Parasitology*, 40(11), 1317-1324. <http://doi.org/10.1016/j.ijpara.2010.03.019>
- Takumi, K., Franssen, F., Fonville, M., Grasset, A., Vallée, I., Boireau, P., ... Van der Giessen, J. (2010). Within-host dynamics of *Trichinella spiralis* predict persistent parasite transmission in rat populations. *International Journal for Parasitology*, 40(11), 1317-1324. <http://doi.org/10.1016/j.ijpara.2010.03.019>
- Tapia, L., & Domínguez, J. (2003). Estima de la abundancia primaveral de liebre ibérica (*Lepus granatensis* Rosenhauer, 1856) y zorro rojo (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) en un área montana del noroeste ibérico. *Galemys*, 15(2), 11-16.
- Tellería, J. L. (2004). *Métodos de censo en vertebrados terrestres*. Facultad de Biología, Universidad Complutense, Madrid, España. Recuperado a partir de http://www.federaciongalegadecaza.com/biblioteca/coello/LIBROS_038.pdf
- Tellería, J. L., & Sáez-Royuela, C. (1986). El uso de la frecuencia en el estudio de la abundancia de grandes mamíferos. *Acta oecologica. Oecologia applicata*, 7(1), 69-75.
- Theodoropoulos, G., Kapel, C. M. O., Webster, P., Saravanos, L., Zaki, J., & Koutsotolis, K. (2000). Infectivity, predilection sites, and freeze tolerance of *Trichinella* spp. in experimentally infected sheep. *Parasitology research*, 86(5), 401-405.
- Teodorović, V., Vasilev, D., Cirović, D., Marković, M., Cosić, N., Djurić, S., & Djurković-Djaković, O. (2014). The Wolf (*Canis lupus*) as an Indicator Species for the Sylvatic *Trichinella* Cycle in the Central Balkans. *Journal of Wildlife Diseases*, 50(4), 911-915. <http://doi.org/10.7589/2013-12-333>
- Thrusfield M. (1995). *Surveys. In: Veterinary epidemiology*. (2ª ed) (pp 179-198). Cambridge: Blackwell Science Ltd.
- Tolnai, Z., Széll, Z., Marucci, G., Pozio, E., & Sréter, T. (2014). Environmental determinants of the spatial distribution of *Trichinella britovi* and *Trichinella spiralis* in Hungary. *Veterinary Parasitology*, 204(3-4), 426-429. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.04.024>

- Torres, J., Feliu, C., Fernández-Morán, J., Ruíz-Olmo, J., Rosoux, R., Santos-Reis, M., ... Fons, R. (2004). Helminth parasites of the Eurasian otter *Lutra lutra* in southwest Europe. *Journal of helminthology*, 78(4), 353-359.
- Torres, J., Feliu, C., Miquel, J., Casanova, J. C., García-Perea, R., & Gisbert, J. (1996). Helminthofauna de *Mustela putorius* Linnaeus, 1758 (Carnivora: Mustelidae) en la península Ibérica. *Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares*, 39, 155-165.
- Torres, J., Manas, S., Palazon, S., Cena, J. C., Miquel, J., & Feliu, C. (2003). Helminth parasites of *Mustela lutreola* (Linnaeus, 1761) and *M. vison* Schreber, 1777 in Spain. *Acta Parasitologica*, 48(1), 55-59.
- Torres, J., Miquel, J., Casanova, J. C., Ribas, A., Feliu, C., & Morand, S. (2006). Endoparasite species richness of Iberian carnivores: influences of host density and range distribution. *Biodiversity & Conservation*, 15(14), 4619-4632.
- Torres, J., Miquel, J., Fournier, P., Fournier-Chambrillon, C., Liberge, M., Fons, R., & Feliu, C. (2008). Helminth communities of the autochthonous mustelids *Mustela lutreola* and *M. putorius* and the introduced *Mustela vison* in south-western France. *Journal of helminthology*, 82(04), 349-355.
- Torres, J., Miquel, J., & Motjé, M. (2001). Helminth parasites of the eurasian badger (*Meles meles* L.) in Spain: a biogeographic approach. *Parasitology Research*, 87(4), 259-263. <http://doi.org/10.1007/s004360000316>
- Torres, J., Segovia, J. M., Miquel, J., Feliu, C., Llana, L., & Petrucci-Fonseca, F. (2000). Helminthofauna del lobo ibérico (*Canis lupus signatus* Cabrera, 1907). Aspectos potencialmente útiles en mastozoología. *Galemys*, 12, 1-11.
- Turk, M., Kaptan, F., Turker, N., Korkmaz, M., El, S., Ozkaya, D., ... Pozio, E. (2006). Clinical and laboratory aspects of a trichinellosis outbreak in Izmir, Turkey. *Parasite*, 13(1), 65-70. <http://doi.org/10.1051/parasite/2006131065>
- Unión Europea (2009). *Reglamento (CE) núm. 1069/2009, de 21 de octubre, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano y por el que se deroga el Reglamento (CE) num. 1774/2002 (Reglamento sobre subproductos animales)*. Diario Oficial de la Unión Europea, núm. 300 de noviembre de 2009, páginas 1 a 33.
- Valet, G., Rosell, C., Chayron, L., Fosty, P., Spitz, F., & Ebner, Ü. K. (1994). Régime alimentaire automnal du sanglier (*Sus scrofa*) en Ariège, France, et en Catalogne, Espagne. *Gibier faune sauvage*, 11(4), 313-326.
- Van der Giessen, J.W.B., Rombout, Y., Franchimont, H.J., La Rosa, G., Pozio, E. (1998). *Trichinella britovi* in foxes in The Netherlands. *J. Parasitol.* 84, 1065-1068.
- Van Der Giessen, J. W. B., Rombout, Y., Van der Veen, A., & Pozio, E. (2001). Diagnosis and epidemiology of *Trichinella* infections in wildlife in The Netherlands. *Parasite*, 8, S103-S105. <http://doi.org/10.1051/parasite/200108s2103>
- Venero, J. L. (1982). *Alimentación invernal del jabalí (Sus scrofa baeticus Thomas) en el Parque nacional de Doñana (España)*. Actas II Reunión Iberoamericana de Conservación y Zoología de Vertebrados. Cáceres, 35-8.

- Vercammen, F., Vervaeke, M., Dorny, P., Brandt, J., Brochier, B., Geerts, S., & Verhagen, R. (2002). Survey for *Trichinella* spp. in red foxes (*Vulpes vulpes*) in Belgium. *Veterinary parasitology*, 103(1), 83-88.
- Vidal-Figueroa, T., Delibes, M. (1987). Primeros datos sobre el visón americano (*Mustela vison*) en el suroeste de Galicia y noroeste de Portugal. *Ecología*, 1: 145-152
- Wang, Z. Q., & Cui, J. (2001). The epidemiology of human trichinellosis in China during 1964-1999. *Parasite*, 8(2), 63-66.
- Wang, Z. Q., & Cui, J. (2008). Diagnosis and treatment of trichinellosis. *Zhongguo ji sheng chong xue yu ji sheng chong bing za zhi. Chinese journal of parasitology & Parasitic diseases*, 26(1), 53-57.
- Wang, Z. Q., Cui, J., & Xu, B. L. (2006). The epidemiology of human trichinellosis in China during 2000-2003. *Acta tropica*, 97(3), 247-251. <http://doi.org/10.1016/j.actatropica.2005.03.012>
- Wang, Z. Q., Han, H. M., & Cui, J. (2005). Preliminary study on congenital transmission of *Trichinella spiralis* in mice. *Zhongguo ji sheng chong xue yu ji sheng chong bing za zhi. Chinese journal of parasitology & Parasitic diseases*, 23(2), 73-77.
- Webster, P., & Kapel, C. M. (2005). Studies on vertical transmission of *Trichinella* spp. in experimentally infected ferrets (*Mustela putorius furo*), foxes (*Vulpes vulpes*), pigs, guinea pigs and mice. *Veterinary parasitology*, 130(3-4), 255-262. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.03.031>
- Wranicz, M. J., Gustowska, L., Gabryel, P., Kucharska, E., & Cabaj, W. (1998). *Trichinella spiralis*: induction of the basophilic transformation of muscle cells by synchronous newborn larvae. *Parasitology research*, 84(5), 403-407.
- Wu, N., Abril, C., Hinić, V., Brodard, I., Thür, B., Fattebert, J., ... Ryser-Degiorgis, M.-P. (2011). Free-ranging wild boar: a disease threat to domestic pigs in Switzerland?. *Journal of Wildlife Diseases*, 47(4), 868-879. <http://doi.org/10.7589/0090-3558-47.4.868>
- Zabala, J., Garin, I., Zuberogoitia, I., & Aihartza, J. (2002). Habitat selection and diet of badgers (*Meles meles*) in Biscay (northern Iberian Peninsula). *Italian Journal of Zoology*, 69(3), 233-238.
- Zamora, M. J., Álvarez, M., Olmedo, J., Blanco, M. C., & Pozio, E. (2015). *Trichinella pseudospiralis* in the Iberian peninsula. *Veterinary parasitology*, 210(3-4), 255-259. doi: 10.1016 / j.vetpar.2015.04.004
- Zarlenga, D. S., Rosenthal, B. M., La Rosa, G., Pozio, E., & Hoberg, E. P. (2006). Post-Miocene expansion, colonization, and host switching drove speciation among extant nematodes of the archaic genus *Trichinella*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of América*, 103(19), 7354-7359. <http://doi.org/10.1073/pnas.0602466103>
- Zimmer, I. A., Fee, S. A., Spratt-Davison, S., Hunter, S. J., Boughtflower, V. D., Morgan, C. P., ... Taylor, M. A. (2009). Report of *Trichinella spiralis* in a red fox (*Vulpes vulpes*) in Northern Ireland. *Veterinary Parasitology*, 159(3-4), 300-303. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.066>
- Zimmer, I. A., Hunter, S. J., Morgan, C. P., Hunt, K. R., Smith, G. C., Howell, M., & Taylor, M. A. (2008). Detection and surveillance for animal trichinellosis in GB. *Veterinary Parasitology*, 151(2-4), 233-241. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.11.001>

- Zivojinovic, M., Sofronic-Milosavljevic, L., Cvetkovic, J., Pozio, E., Interisano, M., Plavsic, B., ... Kulisic, Z. (2013). *Trichinella* infections in different host species of an endemic district of Serbia. *Veterinary Parasitology*, 194(2-4), 136-138. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.01.039>
- Zozaya, E. L., Brotons, L., & Saura, S. (2012). Recent fire history and connectivity patterns determine bird species distribution dynamics in landscapes dominated by land abandonment. *Landscape ecology*, 27(2), 171-184.





ANEXOS





8. ANEXOS

8.1. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución mundial de las nueve especies de <i>Trichinella</i> descritas hasta el presente (ICT, 2014).	31
Figura 2. Tasas de notificación y origen de la parasitación en la triquinelosis humana en la UE (EFSA/ ECDC, 2014).	35
Figura 3. Alimentos implicados en los brotes de la triquinelosis (modificado de Martín <i>et al.</i> , 2007).	39
Figura 4. Especies de <i>Trichinella</i> que causaron los brotes (modificado de Martín <i>et al.</i> , 2007).	39
Figura 5. Incidencia de triquinelosis humana en el período 2005-2010 (CNE, 2010).	40
Figura 6. Tasas de incidencia de la triquinelosis humana durante el período 2006-2012 (CNE, 2012).	41
Figura 7. Distribución geográfica de <i>Trichinella</i> spp. (http://www.trichinella.org/bio_geo.htm).	47
Figura 8. Hembra de <i>Trichinella spiralis</i> (Despommier <i>et al.</i> , 2005).	48
Figura 9. Macho de <i>Trichinella spiralis</i> (Despommier <i>et al.</i> , 2005).	48
Figura 10. Ciclo biológico de <i>Trichinella</i> spp. (Despommier <i>et al.</i> , 2005).	50
Figura 11. Formación del quiste muscular de <i>Trichinella</i> spp. (http://www.trichinella.org/bio_summary.htm).	51
Figura 12. Resumen de las correlaciones clínicas en casos humanos de triquinelosis con las distintas fases de la enfermedad (Despommier <i>et al.</i> , 2005).	58
Figura 13. Positividad de <i>Trichinella</i> spp. en distintas especies de fauna silvestre en Europa (EFSA, 2015).	62
Figura 14. Prevalencias de <i>Trichinella</i> spp. en jabalí en Europa en 2013 (EFSA, 2015).	62
Figura 15. Hallazgos de <i>Trichinella</i> spp. en la vida silvestre (excluyendo jabalí cazado) en 2013 (EFSA, 2015).	63
Figura 16. Mapa de coberturas y usos del suelo de Galicia (Díaz <i>et al.</i> , 2007).	79
Figura 17. Zonas de ganadería intensiva en Galicia (Díaz <i>et al.</i> , 2007).	80
Figura 18. Método de digestión artificial	104
Figura 19. Valores máximos y mínimos de la estimación de la población de jabalíes en Galicia durante las ocho últimas temporadas de caza, calculados a partir de un porcentaje de extracción del 30% y 25%,	

respectivamente.....	115
Figura 20. Mapa de Galicia en el que se indican los ayuntamientos de los que proceden los jabalíes analizados, así como los ayuntamientos en los que se detectaron ejemplares parasitados por <i>Trichinella</i> spp.....	117
Figura 21. Porcentaje de las distintas combinaciones de músculos de jabalí que componían las muestras remitidas para la detección de larvas de <i>Trichinella</i> spp. mediante digestión artificial.	121
Figura 22. Valores máximos y mínimos de la estimación de la población de zorros en Galicia durante las diez últimas temporadas de caza, calculados en base a los animales abatidos cada temporada.....	128
Figura 23. Mapa de Galicia con los ayuntamientos en los que fueron obtenidos los zorros analizados, así como los ayuntamientos en los que se detectaron ejemplares parasitados por <i>Trichinella</i> spp.	130
Figura 24. Porcentaje de las distintas combinaciones de músculos de zorro que componían las muestras analizadas para la detección de larvas de <i>Trichinella</i> spp. mediante digestión artificial.....	134
Figura 25. Estimación de la distribución de las manadas de lobo en Galicia.....	143
Figura 26. Distribución de los daños provocados por el lobo en ganado bovino de Galicia.	143
Figura 27. Mapa de Galicia en el que se indican los ayuntamientos donde se obtuvieron los lobos analizados, así como los ayuntamientos en los que se detectaron ejemplares parasitados por <i>Trichinella</i> spp.....	145
Figura 28. Porcentaje de las distintas combinaciones de músculos de lobo que componían las muestras analizadas para la detección de larvas de <i>Trichinella</i> spp. mediante digestión artificial.	147
Figura 29. Porcentaje de las distintas combinaciones de músculos de mustélidos y prociénidos que componían las muestras analizadas para la detección de larvas de <i>Trichinella</i> spp. mediante digestión artificial.....	155
Figura 30. Mapa de Galicia en el que se indican los ayuntamientos de procedencia de las cuatro especies de mesocarnívoros analizadas.....	158

8.2. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Incidencia de la triquinelosis humana en España según datos CNE.	42
Tabla 2. Músculos de elección para el diagnóstico de <i>Trichinella</i> en diferentes especies adaptada de (ICT, 2006).	44
Tabla 3. Taxonomía del género <i>Trichinella</i> desde descubrimiento del parásito a la actualidad (Pozio, Hobert <i>et al.</i> , 2009).	46
Tabla 4. Taxonomía, distribución y características epidemiológicas del género <i>Trichinella</i> , (modificado de Pozio, Hobert <i>et al.</i> , 2009).	55
Tabla 5. Número de casos confirmados de triquina en España (EFSA 2015).	68
Tabla 6. Referencias bibliográficas encontradas de aislamiento de <i>Trichinella</i> spp. en jabalí en Europa.	70
Tabla 7. Referencias bibliográficas encontradas de aislamiento de <i>Trichinella</i> spp. en zorro en Europa.	72
Tabla 8. Referencias bibliográficas encontradas de aislamiento de <i>Trichinella</i> spp. en lobo en Europa.	75
Tabla 9. Referencias bibliográficas de aislamiento de <i>Trichinella</i> spp. en carnívoros silvestres de Europa diferentes al zorro.	76
Tabla 10. Abundancia de jabalíes (individuos/km ²) estimada según batidas de caza o diferentes censos de animales vivos (Fernández-Llario, 2006).	85
Tabla 11. Resumen con los principales datos de las especies silvestres analizadas. Sombreadas las dos especies autóctonas.	97
Tabla 12. Número de jabalíes muestreados en cada provincia gallega.	98
Tabla 13. Jabalíes muestreados según sexo y grupo de edad.	98
Tabla 14. Número de zorros muestreados en cada provincia gallega.	99
Tabla 15. Zorros muestreados según sexo y grupo de edad.	99
Tabla 16. Número de lobos muestreados en cada provincia gallega.	99
Tabla 17. Lobos muestreados según sexo y grupo de edad.	100
Tabla 18. Mustélidos y prociónidos según sexo y edad.	100
Tabla 19. Resumen de especies de hospedadores muestreadas, periodo que abarca el estudio y resultados de la prevalencia de <i>Trichinella</i> spp. halladas en cada uno de ellas.	111
Tabla 20. Valores máximos y mínimos de la estimación de población de jabalí en las cuatro provincias gallegas (C: A Coruña; LU: Lugo; OU: Ourense; PO: Pontevedra) durante el período 2007-2015, calculados	

a partir de un porcentaje de extracción del 30% y 25%, respectivamente.	114
Tabla 21. Número de jabalíes muestreados en cada provincia gallega, así como valores de prevalencia de <i>Trichinella</i> spp. obtenidos en cada una de ellas y, de forma global, en Galicia.	116
Tabla 22. Prevalencia de <i>Trichinella</i> spp. en los jabalíes, en función del sexo y categoría de edad de los ejemplares analizados.	122
Tabla 23. Carga parasitaria encontrada en las tres muestras musculares analizadas de los jabalíes que resultaron positivos a <i>Trichinella</i> spp. (LPG= larvas/g).	123
Tabla 24. Valores máximos y mínimos de la estimación de la población de zorros en las cuatro provincias gallegas (C: A Coruña; LU: Lugo; OU: Ourense; PO: Pontevedra) durante el período 2005-2015, calculados a partir de un porcentaje de extracción del 30% y 25% respectivamente.	128
Tabla 25. Número de zorros muestreados en cada provincia gallega, así como valores de prevalencia de <i>Trichinella</i> spp. obtenidos en cada una de ellas y, de forma global, en Galicia.	129
Tabla 26. Prevalencia de <i>Trichinella</i> spp. en los zorros, en función del sexo y grupo de edad de los ejemplares analizados.	135
Tabla 27. Carga parasitaria encontrada en los nueve zorros que resultaron positivos a <i>Trichinella</i> spp. (LPG: larvas por gramo; NI: No identificadas mediante PCR).	138
Tabla 28. Número de lobos muestreados en cada provincia gallega, así como valores de prevalencia de <i>Trichinella</i> spp. obtenidos en cada una de ellas y, de forma global, en Galicia.	143
Tabla 29. Prevalencia de <i>Trichinella</i> spp. en los lobos de Galicia analizados, en función del sexo y grupo de edad de los ejemplares.	148
Tabla 30. Carga parasitaria encontrada en los tres lobos que resultaron positivos a <i>Trichinella</i> spp. (LPG= larvas por gramo).	149
Tabla 31. Número de mesocarnívoros muestreados en Galicia, indicando el número de ejemplares de cada sexo y categoría de edad.	156
Tabla 32. Número de mesocarnívoros muestreados en cada provincia gallega.	157

